

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID

FACULTAD DE MEDICINA

DEPARTAMENTO DE CIRUGÍA



VALOR DIAGNÓSTICO DE LA RADIOGRAFÍA EN CARGA
Y LA RESONANCIA MAGNÉTICA EN LOS CAMBIOS
DEGENERATIVOS DE LA RODILLA

TESIS DOCTORAL

NURIA MUÑOZ GARCÍA

MADRID, 2014

NURIA MUÑOZ GARCÍA

TÍTULO: VALOR DIAGNÓSTICO DE LA RADIOGRAFÍA EN CARGA Y LA RESONANCIA MAGNÉTICA EN LOS CAMBIOS DEGENERATIVOS DE LA RODILLA.

DIRECTOR: Prof. D. JOSÉ CORDERO AMPUERO, PROFESOR TITULAR DEL DEPARTAMENTO DE CIRUGIA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID, JEFE DEL SERVICIO DE CIRUGIA ORTOPÉDICA Y TRAUMATOLÓGICA DEL HOSPITAL UNIVERSITARIO DE LA PRINCESA DE MADRID.



Departamento de CIRUGÍA

D. JOSÉ CORDERO AMPUERO, Profesor Titular del Departamento de CIRUGÍA de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Madrid,

HACE CONSTAR,

Que Dña. NURIA MUÑOZ GARCÍA va a desarrollar su Programa de Doctorado en Medicina y Cirugía de la Facultad de Medicina de la U.A.M. bajo su dirección como tutor, comprometiéndome a orientar su período formativo y dirigir su Tesis Doctoral en la línea de APARATOR LOCOMOTOR.

El doctorando es conocedor de las limitaciones temporales que marca la normativa vigente, muestra disponibilidad para completar su programa (rodear lo correcto) a: tiempo completo / tiempo parcial, así como de la necesidad de cumplimentar los documentos de actividades del doctorando, para cumplir con el régimen de supervisión y seguimiento del mismo, y las indicaciones de la Comisión Académica del programa.

Madrid, a 31 de Julio de 2013



Fdo: Prof. José Cordero Ampuero

Doctorando: Nuria Muñoz García

JOSÉ CORDERO AMPUERO, Profesor Titular del Departamento de Cirugía de la Universidad Autónoma de Madrid, Jefe del Servicio de Traumatología y Cirugía Ortopédica del Hospital Universitario de La Princesa de Madrid, en calidad de Director del Trabajo de Tesis Doctoral titulado " VALOR DIAGNÓSTICO DE LA RADIOGRAFÍA EN CARGA Y LA RESONANCIA MAGNÉTICA EN LOS CAMBIOS DEGENERATIVOS DE LA RODILLA", presentado por **NURIA MUÑOZ GARCÍA**, para optar al Grado de Doctor,

CERTIFICA

Que es un trabajo original de investigación sobre un tema de interés clínico que cumple con los requisitos legales, de metodología y rigor científico y aportaciones originales, para constituir un trabajo de Tesis Doctoral y optar al Título de Doctor en Medicina en el programa de "Aparato Locomotor" de la Universidad Autónoma de Madrid.

Lo que certificamos en Madrid a 1 de Octubre de 2014.

Dr. José Cordero Ampuero

A mis padres.

“Si ser médico es entregar la vida a la misión elegida.

Si ser médico es no cansarse nunca de estudiar y tener todos los días la humildad de
aprender la nueva lección de cada día.

Si ser médico es hacer de la ambición, nobleza; del interés, generosidad; del tiempo,
destiempo; y de la ciencia, servicio al hombre.

Si ser médico es amor, infinito amor, a nuestro semejante.

Entonces, ser médico es la divina ilusión de que el dolor, sea goce; la enfermedad,
salud; y la muerte, vida.”

Gregorio Marañón.

ÍNDICE



ÍNDICE

PÁGINA

I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	9
1. PRÓLOGO	11
2. EPIDEMIOLOGÍA DE LA PATOLOGÍA DEGENERATIVA DE LA RODILLA.....	14
3. ETIOPATOGENIA Y FACTORES DE RIESGO	15
 II. <u>ESTADO ACTUAL DE LA CUESTIÓN</u>	21
1. IMPORTANCIA DE LA PRECISIÓN EN EL DIAGNÓSTICO	23
1.1. ¿Por qué es importante un diagnóstico preciso?	23
1.2. Ventajas del diagnóstico y tratamiento precoz	24
1.3. Indicación correcta de tratamiento	25
1.4. Relación con el pronóstico	26
2. EVALUACIÓN DE LAS TÉCNICAS DIAGNÓSTICAS EN LOS CAMBIOS DEGENERATIVOS DE LA RODILLA	27
2.1. Historia clínica y exploración física: Relevancia y valor diagnóstico.	27
2.2. Radiografía simple en carga	29
<i>Aplicación de la radiología en la patología de la rodilla.....</i>	30
<i>Clasificación radiológica de cambios degenerativos de la rodilla.....</i>	31

	<u>PÁGINA</u>
<i>Hallazgos radiológicos en la patología degenerativa</i>	
<i>femorotibial</i>	33
<i>Relevancia de la disminución del espacio articular</i>	
<i>medial.....</i>	37
2.3. Resonancia Magnética	39
<i>Aplicación de la resonancia magnética en la patología</i>	
<i>degenerativa de la rodilla. Sistema de clasificación</i>	
<i>de lesión del cartílago articular</i>	39
<i>Valor diagnóstico de la resonancia magnética en la</i>	
<i>lesión degenerativa del cartílago.....</i>	41
<i>Estudio comparativo del valor diagnóstico frente</i>	
<i>a radiografía en carga</i>	44
2.4. Artroscopia	46
<i>Definición de la artroscopia como “patrón oro” para el</i>	
<i>diagnóstico de lesión del cartílago articular en la rodilla.....</i>	46
<i>Sistema de clasificación en artroscopia de lesiones</i>	
<i>degenerativas de la rodilla.....</i>	47
III. <u>HIPÓTESIS</u>.....	49
IV. <u>OBJETIVOS</u>.....	53

	<u>PÁGINA</u>
V. <u>MATERIAL Y MÉTODO</u>	57
1. PACIENTES	59
2. DISEÑO DEL ESTUDIO	59
2.1. Criterios de inclusión y exclusión	59
2.2. Protocolo de recogida de datos	61
3. MÉTODO	65
3.1. Estudio radiográfico	65
3.2. Estudio por resonancia magnética	66
3.3. Estudio por artroscopia	67
3.4. Análisis estadístico	69
VI. <u>RESULTADOS</u>	71
<u>VI. A. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO</u>	
<u>CUANTITATIVO</u>	73
1. EPIDEMIOLOGÍA	73
2. CLÍNICA	74
3. RADIOGRAFÍAS EN CARGA	74
4. RESONANCIA MAGNÉTICA	75
5. CORRELACIÓN RADIOGRAFÍA EN CARGA Y RESONANCIA MAGNÉTICA	77
6. VALORACIÓN ARTROSCÓPICA	78

	<u>PÁGINA</u>
<u>VI. B. OBJETIVO PRIMARIO</u>	80
1. CORRELACIÓN DE RADIOGRAFÍA EN CARGA Y RESONANCIA MAGNÉTICA CON PATRÓN ORO	80
2. AGRUPACIONES CUALITATIVAS (PATOLÓGICO vs NORMAL)	82
3. VALIDEZ DIAGNÓSTICA SEGÚN GRADO DE AFECTACIÓN	86
4. VALIDEZ DIAGNÓSTICA CONJUNTA DE RADIOGRAFÍA EN CARGA Y RESONANCIA MAGNÉTICA	90
5. OTRAS OPCIONES DE AGRUPACIÓN BIMODAL (NORMAL/PATOLÓGICO)	91
<u>VI. C. OBJETIVOS SECUNDARIOS</u>	93
1. INFLUENCIA DE LOS ANTECEDENTES TRAUMÁTICOS Y/O QUIRÚRGICOS	93
1.A. Antecedentes traumáticos y/o quirúrgicos y grado radiológico	93
1.B. Antecedentes traumáticos y/o quirúrgicos y grado artroscópico	95
2. CORRELACIÓN DE LA ANCHURA DE LA INTERLÍNEA ARTICULAR CON EL GRADO DIAGNÓSTICO	97
3. SIGNIFICACIÓN RADIOLÓGICA Y CLÍNICA DE LA ANCHURA DE LA INTERLÍNEA MEDIAL	98

	<u>PÁGINA</u>
4. DIAGNÓSTICO CLÍNICO DE LAS ROTURAS MENISCALES.....	102
5. RELACIÓN ENTRE LA ROTURA MENISCAL Y LA DEGENERACIÓN ARTICULAR	104
6. RELACIÓN DE LA ROTURA DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR Y LA DEGENERACIÓN ARTICULAR	106
VII. <u>DISCUSIÓN</u>	109
1. OBJETIVO PRIMARIO.....	111
2. OBJETIVOS SECUNDARIOS	124
2.1. Disminución del espacio articular	124
2.2. Rotura meniscal.....	125
2.3. Lesión del LCA	128
2.4. Evaluación económica.....	129
3. LIMITACIONES DE NUESTRO ESTUDIO.....	130
VIII. <u>CONCLUSIONES</u>	133
1. CONCLUSIONES PRINCIPALES	135
2. CONCLUSIONES SECUNDARIAS	136
IX. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	137
X. <u>ANEXOS</u>	153

	<u>PÁGINA</u>
XI. <u>ABREVIATURAS</u>	157
<u>AGRADECIMIENTOS</u>	160

I. INTRODUCCIÓN



I. INTRODUCCIÓN

1. PRÓLOGO

La artrosis (denominación de origen francés) u osteoartritis (nombre derivado del término anglosajón *osteoarthritis*, menos usado en la práctica clínica) es la patología articular más común en el mundo y se encuentra entre las patologías sintomáticas más frecuentes de la población de edad media y avanzada. *Buckwalter* refiere en su estudio una prevalencia mundial de la artrosis del 10% en personas de más de 60 años, 80% de ellas con limitación de la movilidad y 25% sin poder realizar sus actividades diarias, según la Organización Mundial de la Salud (OMS) en sus datos de 2001 (1). Algunos estudios han mostrado una alta prevalencia en España de dolor de origen musculoesquelético y artrosis en general, especialmente en ancianos, pero se ha profundizado poco en la epidemiología de procesos más específicos. En España la prevalencia de artrosis de rodilla estimada según el estudio EPISER (Estudio de prevalencia de enfermedades reumáticas de la población española) de 2001 fue del 10,2%, siendo más frecuente en mujeres (14%) frente a varones (5,7%), aumentando con la edad hasta una tasa de 28,1% en el rango de 60-69 años y alcanzando 33,7% entre los 70 y 79 años (2).

Su afectación anatómo-patológica principal es la degeneración del cartílago articular, lo cual condiciona una situación de incapacidad y dolor no sólo en personas de edad avanzada, sino también en pacientes de edad media. La articulación más afectada es la rodilla, seguida de la cadera. Es la causa más

común de dolor en la rodilla del adulto, y en las últimas décadas la artroscopia de la rodilla degenerativa ha llegado a ser un procedimiento ortopédico frecuente (3).

Es un problema crónico, pero no es extraño que la primera visita del paciente sea a su médico de atención primaria con una exacerbación aguda del dolor articular (4). Datos clínicos típicos son la edad por encima de los 50 años, la rigidez articular y la crepitación. También son característicos los hallazgos radiológicos descritos en la escala de Kellgren-Lawrence: esclerosis, disminución del espacio articular, osteofitos y quistes subcondrales (5).

Existe un amplio rango de opciones terapéuticas para la patología degenerativa de rodilla, por lo que cada vez se hace más necesario un diagnóstico detallado de la gravedad del proceso para poder aconsejar el mejor tratamiento en cada fase de la enfermedad.

Para cada paciente, una buena historia clínica y exploración física son importantes indicadores de un diagnóstico diferencial y su fiabilidad se incrementa con la experiencia del médico. Este diagnóstico clínico aislado, simplemente con la historia y la exploración física, permite identificar la mayor parte de la patología de rodilla (6). La precisión clínica aumenta gracias al desarrollo de técnicas complementarias (radiografía, resonancia magnética, tomografía axial computerizada, gammagrafía, artroscopia diagnóstica, entre otras) que confirman la patología sospechada en la exploración física. Existen diversos estudios sobre la precisión de estas técnicas para la evaluación del estado del cartílago en la rodilla.

La radiografía simple continúa siendo la primera prueba para evaluación del dolor de rodilla de origen traumático y no traumático, de inicio agudo o de evolución crónica. Es rápida y de bajo coste, y puede aportar numerosos datos para el diagnóstico, revelando fracturas, defectos osteocondrales, esclerosis subcondral, osteofitos, etc. (4). La radiografía en carga aporta información adicional sobre la disminución del espacio articular, la cual nos informa sobre el estado del cartílago articular (7).

Cuando se trata de patología intraarticular traumática, algunos autores sostienen que, en manos expertas, una historia completa, exploración física y la radiografía simple son suficientes para el diagnóstico. No obstante, otros autores defienden que la resonancia magnética (RM o RMI) juega un papel importante en la evaluación inicial (4), ya que muchos estudios coinciden en que es el mejor método no invasivo para el diagnóstico de lesiones ligamentosas y meniscales. En efecto, para afecciones de ligamentos y meniscos, la RM sólo es superada por la artroscopia, considerada la prueba de referencia, “patrón oro” o “gold standard” (GS), pues identifica lesiones no observadas en la radiografía simple o en la RM (8, 9, 10, 11). Sin embargo, la RM plantea problemas de sensibilidad y de especificidad en el diagnóstico de las lesiones del cartílago articular, y su utilización es controvertida, siendo más precisa para lesiones más profundas y avanzadas, así como en defectos rotulianos (12, 13).

Pero cuando se trata de la valoración diagnóstica de patología articular no traumática, algunos estudios comparan el valor diagnóstico de las distintas pruebas complementarias en las lesiones degenerativas del cartílago articular de la rodilla. Sin embargo, ninguno de ellos valora la precisión diagnóstica cuando

se combinan los hallazgos de esas pruebas, en comparación con sus resultados aislados, siempre considerando la artroscopia como “patrón oro” final.

2. EPIDEMIOLOGÍA DE LA PATOLOGÍA DEGENERATIVA DE LA RODILLA

Según datos actualizados, la artrosis afecta a 135 millones de personas en el mundo, siendo la cuarta patología más frecuente en mujeres y la octava en hombres. Esta patología existe en todos los grupos étnicos y en todas las localizaciones geográficas. La OMS estimó una prevalencia de artrosis sintomática en el mundo de 9,6% en varones y de 18% en mujeres por encima de los 60 años durante la década 2000-2010 (14). Los hallazgos de Kellgren y Lawrence en los años 50 aún prevalecen: 1) la artrosis tiene lugar en todo el mundo y 2) su prevalencia es generalmente más alta en Europa y América que en el resto (15, 16).

Estudios radiográficos estadounidenses y europeos revelan tasas más elevadas de artrosis de rodilla, en comparación con otras articulaciones, en poblaciones de más de 45 años: 14,1% en los varones y 22,8% en las mujeres (14).

La artrosis de rodilla es un proceso degenerativo que puede afectar a uno o varios compartimentos, a diferencia de procesos inflamatorios como la artritis reumatoide, que afecta globalmente a la articulación. La artrosis femorotibial suele ser secundaria a un trastorno estático de los miembros inferiores, genu varo más que genu valgo, y en muchos casos es bilateral. Es más frecuente (45%-50%) que la artrosis femoropatelar (35%), encontrándose la asociación de

ambas en un 15%-20% (17). Los estudios se centran más en la artrosis femorotibial que en la de la articulación femoropatelar, a pesar de que ésta última tiene más repercusión clínica (14).

3. ETIOPATOGENIA Y FACTORES DE RIESGO

Entre los factores de riesgo para el desarrollo de artrosis, se han descrito:

- Edad: Es el factor de riesgo relacionado con más fuerza con el desarrollo y progresión de la artrosis radiográfica (14, 19). El porcentaje de personas con evidencia de artrosis en una o más articulaciones a partir de los 45 años se eleva: del 25 al 30% entre 45 y 64 años, y del 60% hasta incluso el 90% a partir de los 65 años (1). Con la edad se producen modificaciones en la composición y estructura de la matriz cartilaginosa, proteoglicanos y colágeno tipo II, conduciendo a alteraciones significativas en las propiedades mecánicas del cartílago articular, ya que se reduce el tamaño de las moléculas, el contenido de agua y la resistencia de dicho cartílago. La función de los condrocitos se ve afectada, con una disminución de su actividad anabólica que limita su capacidad de remodelado y reparación (20).

- Género: La incidencia de artrosis es mayor en el sexo femenino. Según un estudio australiano, la incidencia es más alta en las mujeres de 65 a 74 años, alcanzando una prevalencia de 13,5 por mil personas. Los varones presentan

una mayor incidencia a partir de los 75 años (aproximadamente 9 por mil personas) (14).

- Cambios inducidos genéticamente: Mutaciones de los genes que codifican los componentes de la matriz del cartílago pueden producir alteraciones diversas. Algunas inducen cambios estructurales en cartílago y hueso, conduciendo a fenotipos displásicos. Otras mutaciones introducen polimorfismos que alteran la función reguladora de algunos genes, dando lugar a mayor predisposición para el desarrollo de artrosis, o influyendo en la severidad de la enfermedad (en este grupo se encuentran genes que codifican la interleuquina-1, ciclooxigenasa 2, receptor de la interleuquina-4, etc.) (20).

- Displasia articular: La forma anormal de las articulaciones displásicas parece aumentar el riesgo de degeneración articular, a través de un estrés aumentado en algunas zonas de la superficie articular y su influencia en la estabilidad articular (1, 36). La displasia acetabular o alteración familiar en la alineación del aparato extensor, entre otros defectos estructurales, están bajo control genético, por lo que se relacionan con el punto anterior (20).

- Obesidad: El sobrepeso, y especialmente la obesidad, es un factor de riesgo para la artrosis. Por una parte, el sobrepeso produce sobrecarga crónica de la articulación y su degeneración progresiva (21). Por otro lado, la sobrecarga de una articulación con degeneración puede intensificar su clínica (19, 22, 23). Además, esa sobrecarga se ha relacionado incluso con liberación de citoquinas

que dañan el cartílago (3, 24). Así mismo, la obesidad es uno de los factores que influyen en un peor pronóstico tras el desbridamiento artroscópico (3).

- Déficit de estrógenos: El déficit de estrógenos se ha relacionado con cambios en los tejidos y el desarrollo de artrosis. Estudios en conejos han probado que la deficiencia inducida de estrógenos conduce a cambios en cartílago articular sano (20). También se relaciona con efecto indirecto sobre el hueso subcondral, afectación de la reparación muscular, e incremento del tejido graso, conduciendo esto último a aumento de leptinas que causa la degradación del cartílago.

- Osteoporosis: Clásicamente se aceptaba una relación inversa entre densidad mineral ósea y artrosis, pero estudios más actuales afirman que cambios osteoporóticos en el hueso subcondral podrían tener un papel en el desarrollo de artrosis en un grupo de pacientes con artrosis de rodilla, debido a la íntima relación biológica y mecánica entre el cartílago articular y el hueso subcondral. Así, en el estudio de *Bellido et al* aparece la primera evidencia de que la mejora de los parámetros de microestructura y remodelado del hueso subcondral osteoporótico mediante la administración de un agente anabólico en un estado precoz de la artrosis contribuye a prevenir la progresión del desgaste del cartílago articular, lo cual podría ser considerado en el tratamiento de la artrosis incipiente, particularmente cuando se asocia con osteoporosis (25).

- Lesión articular previa: traumatismos directos o indirectos; lesiones meniscales, ligamentosas o capsulares; luxaciones, y fracturas intraarticulares, todas ellas aumentan el riesgo de degeneración articular que lleva a artrosis postraumática

(1, 14). Los mecanismos por los que esta degeneración secundaria a traumatismos tiene lugar no han sido ampliamente estudiados. Parece que se produciría un daño inicial en los condrocitos, y que la inestabilidad, incongruencia y mala alineación de la articulación comprometería el proceso de reparación de la superficie articular (1).

- Sobrecarga mecánica de repetición: Algunas actividades o profesiones físicamente demandantes también suponen un factor de riesgo para el desarrollo de artrosis de cadera y rodilla (26). Estudios en profesiones como ganaderos, trabajadores de la construcción y metalurgia, mineros y trabajadores con martillo neumático, sugieren que la carga intensa repetitiva durante al menos una década aumenta el riesgo de artrosis (27). Las actividades diarias y correr regularmente no han mostrado un aumento de riesgo. Pero sí hay evidencia de que la práctica de deportes que suponen una exposición repetitiva a impacto o torsión en carga para la articulación aumentan el riesgo de su degeneración (28, 29).

La artrosis relacionada con deformidad angular en la rodilla, obedece a causas intraarticulares y extraarticulares (18). A veces es difícil determinar si una deformidad angular es la causa o consecuencia de la existencia de artrosis en la rodilla. Las causas intraarticulares pueden ser de origen traumático (fractura de platillos tibiales) y avascular (osteocondritis disecante, necrosis del cóndilo femoral interno). Las lesiones meniscales, especialmente las internas, pueden ser determinantes en el agravamiento de la artrosis, ya que la amplitud de la

meniscectomía y el grado de anormalidad de otras estructuras en el momento de la operación influyen en su evolución. Se han relacionado las roturas complejas y roturas degenerativas con un aumento de incidencia de degeneración del cartílago (30, 31, 32).

Las causas extraarticulares, sin embargo, son las más importantes en el desarrollo de artrosis relacionada con deformidad angular en la rodilla, principalmente la desviación en varo o valgo, como se ha indicado anteriormente, a lo que habría que añadir la sobrecarga estática o dinámica impuesta especialmente por patología de la cadera. Estas alteraciones del eje son un factor principal en la génesis de la artrosis de rodilla, ya que uno de los factores principales que influyen es el estrés mecánico, pero se suman otros factores de riesgo ya nombrados, por lo que se puede considerar que la degeneración del cartílago tiene una patogenia multifactorial (35, 36, 37, 38, 39) .

Los cambios del cartílago articular en la artrosis se deben también a la descompensación de la balanza entre procesos anabólicos y catabólicos influenciados por fuerzas biomecánicas, anomalías en la regulación autocrina, paracrina y endocrina, lo cual conlleva a un desequilibrio en el normal proceso de recambio de los tejidos de la articulación (20). Así, la destrucción del cartílago articular se produce por la ruptura del equilibrio homeostático, que se debe no sólo a alteraciones mecánicas, sino también a alteraciones de origen genético o bioquímico (40, 41, 42). En el estudio sobre análisis inmunohistoquímico de membrana sinovial de *Ishii et al* (43), se detecta una infiltración de linfocitos T CD3+ y CD4+ en pacientes con artrosis y artritis reumatoide (AR), pero no en sujetos normales. Los linfocitos liberan citocinas proinflamatorias y enzimas

implicadas en la destrucción del cartílago articular. El proceso degradativo, una vez desencadenado, es inevitable y siempre más acusado que el de regeneración, y tiene lugar la continuación de la destrucción articular como resultado de la fricción y el desgaste (44).

II. ESTADO ACTUAL DE LA CUESTIÓN



II. ESTADO ACTUAL DE LA CUESTIÓN

1. IMPORTANCIA DE LA PRECISIÓN EN EL DIAGNÓSTICO

1.1. ¿Por qué es importante un diagnóstico preciso?

La rodilla dolorosa es una causa común de visita al servicio de urgencias y a la consulta de atención primaria. En urgencias, a la mayoría de los pacientes se les realiza una radiografía simple para descartar fractura, siendo aproximadamente en un 92% negativa (4).

En la consulta del especialista es necesario orientar de manera adecuada la sospecha diagnóstica para solicitar sólo las pruebas complementarias necesarias, pues algunas veces pruebas innecesarias que no se hacen de forma inmediata retrasan el diagnóstico y tratamiento, aumentando así los costes (alargamiento del tiempo de baja laboral y/o incapacidad funcional, nuevas consultas por persistencia de la clínica en espera de un tratamiento, uso de tratamientos empíricos no siempre efectivos, etc.). Por ejemplo, el tiempo de espera hasta la realización de una RM en algunos sistemas de salud varía desde unas semanas hasta un año. Así, el paciente con sospecha de patología podría esperar hasta un año antes de confirmarse el diagnóstico e iniciar el tratamiento adecuado (6).

Por lo tanto, la evaluación de la rodilla dolorosa requiere un abordaje sistemático, preciso y coste-efectivo, del que se beneficie principalmente el paciente y en segundo lugar se consiga la optimización de los recursos (4).

1.2. Ventajas del diagnóstico y tratamiento precoz

La mayoría de los estudios en el pasado estaban centrados en población mayor de 50 años, por lo que los datos de prevalencia de cambios degenerativos radiográficos en pacientes más jóvenes son limitados. Sin embargo, se ha descrito un 15% de prevalencia de dolor crónico de rodilla en población de edad media (entre 35 y 54 años), así como artrosis radiológica sintomática en el 1.5% y 0.9% (grados II y III de Kellgren-Lawrence, respectivamente) en el mismo grupo etario (26). Estos últimos datos son similares a los obtenidos en el estudio de *Lawrence et al* (1.2% y 0.4%, respectivamente), aunque la técnica radiológica no se describe con detalle en el mismo (5).

A pesar de que los hallazgos radiográficos de patología degenerativa son más frecuentes en los pacientes con mayor edad, se obtiene una proporción de 9 de 28 y 4 de 16 casos (grados II y III de Kellgren-Lawrence, respectivamente) en el grupo entre 35 y 44 años del estudio de *Petersson et al*, lo cual confirma que no es una patología restringida a la edad avanzada. Por tanto, la identificación de dolor de rodilla en edades medias y el diagnóstico etiológico precoz permitiría el seguimiento de pacientes con riesgo de desarrollar patología degenerativa avanzada, y de esta manera controlarles en estadios más precoces y tratarles más temprano (45). Esto es importante en población joven activa laboralmente por los motivos referidos.

Se ha descrito una relación directa entre la duración superior a 2 años de los síntomas de patología degenerativa en la rodilla, con un mal resultado tras el tratamiento artroscópico. Es muy posible que el dolor crónico y el déficit funcional

den lugar a atrofia muscular, pérdida de propiocepción y de funcionalidad (3). El diagnóstico precoz facilita un tratamiento precoz adecuado, lo cual podría evitar el desarrollo de estos déficits asociados a la cronicidad del proceso, el desarrollo de patología a otros niveles, y la disminución de efectividad de los tratamientos.

1.3. Indicación correcta de tratamiento

Un diagnóstico correcto es importante para indicar el tratamiento más adecuado para resolver la patología. A veces no se enfoca bien cuál es el mejor tratamiento según paciente y afectación, y esto lleva a disminuir las tasas de éxito. Así, una inapropiada selección del paciente podría ser la razón principal de un resultado desfavorable en la artroscopia de rodilla (3). En el estudio de *Mackenzie et al*, la indicación inicial de artroscopia en un grupo de pacientes varía hasta en un 62% de los casos tras realizar un diagnóstico más exhaustivo con RM, si bien es verdad que estos datos se refieren a patología meniscal y ligamentosa más que a patología degenerativa de cartílago (46).

En cualquier caso, se deben tener en cuenta parámetros de la exploración física y de las pruebas complementarias que nos ayuden a definir el mejor tratamiento. Por ejemplo, la presencia de signos radiológicos como osteofitos tibiales en compartimento medial y un espacio articular medial menor de 5 milímetros (mm) en la radiografía en carga, o la evidencia artroscópica de degeneración severa del cartílago articular de la meseta tibial medial, podrían contraindicar el tratamiento artroscópico posteriormente. Además de los factores radiológicos, factores “no articulares” (es decir, sin relación con la articulación)

como evolución de más de dos años, obesidad y tabaquismo, se pueden asociar con un mal resultado del tratamiento artroscópico. La suma de cuatro o más de una lista de elementos aconsejarían el manejo con tratamiento diferente a la artroscopia (3).

1.4. Relación con el pronóstico

El diagnóstico correcto y ciertos signos en las pruebas complementarias son también importantes para definir el pronóstico de la patología degenerativa.

Según el estudio de *Spahn et al*, existe una correlación significativa entre la disminución del espacio articular y un mal resultado tras tratamiento artroscópico (desbridamiento o microfracturas), siendo la anchura media del espacio articular medial en estos pacientes menor que en aquéllos con resultado aceptable (4.4 ± 0.9 mm versus 5.4 ± 0.8 mm, $p < 0,001$) (3).

Un mal resultado tras tratamiento artroscópico de rodilla con patología degenerativa se asocia significativamente con presencia radiográfica preoperatoria de osteofitos tibiales mediales en el 87,5% de los pacientes, frente al grupo que presenta buen resultado que presentan osteofitos en sólo el 12,5% ($p < 0,001$) (Spanh).

Por tanto, parece demostrado que determinados signos radiográficos se asocian significativamente con peor resultado tras la artroscopia de rodilla (independientemente del tratamiento aplicado sobre el cartílago): presencia de osteofitos tibiales en compartimento medial, espacio articular medial menor de 5 mm en la radiografía en carga y evidencia artroscópica de degeneración severa

del cartílago articular de la meseta tibial medial. También existe asociación estadística entre los malos resultados y las lesiones intraarticulares (defectos profundos de cartílago medial, lesión grave del menisco interno, sinovitis por depósito de microcristales) (3).

En cuanto a la influencia de factores “no articulares”, no existieron en el estudio resultados diferentes según el género del paciente, y aunque se ha descrito la influencia de la edad en el pronóstico tras la artroscopia, en el estudio de *Spahn et al* la asociación con un mal resultado no era significativa (3).

2. EVALUACIÓN DE LAS TÉCNICAS DIAGNÓSTICAS EN LOS CAMBIOS DEGENERATIVOS DE LA RODILLA

2.1. Historia clínica y exploración física: Relevancia y valor diagnóstico.

Continúa siendo el primer paso para el diagnóstico definitivo de la patología en traumatología, por lo que no debemos restarle importancia. En manos expertas, la historia clínica con el mecanismo de lesión bien recogido, la exploración física y la radiología simple son suficientes para el diagnóstico de lesiones traumáticas intraarticulares de rodilla. La patología degenerativa de la rodilla es una patología crónica, pero no es infrecuente que se presente como una exacerbación aguda del dolor. En estos casos, el diagnóstico en la atención primaria se basa en criterios clínicos y signos radiológicos (4).

Existen datos que sugieren que el diagnóstico clínico aislado valorado por un cirujano experto podría identificar la mayor parte de la patología aguda y

crónica de rodilla. Así, la correlación entre el diagnóstico clínico preoperatorio y la artroscopia es del 62% en un estudio con 238 pacientes con diferentes patologías (la cifra asciende hasta el 79% si sumamos el diagnóstico parcial, es decir, cuando el diagnóstico preoperatorio coincide con el diagnóstico artroscópico pero también se detecta en la artroscopia otra patología más). En comparación con la RM, el estudio concluye que el diagnóstico clínico es tan exacto como la RM (la correlación entre RM y artroscopia es del 77%), y que incluso podría ser un método fiable para justificar una artroscopia. Así, se considera que la RM es una herramienta adicional, pero no sustituye a un diagnóstico clínico cuidadoso (6).

Por otro lado, las comparaciones del diagnóstico clínico con la artroscopia revelan discrepancias en la precisión de los test clínicos cuando se trata de detectar patología meniscal aislada y detectar roturas meniscales asociadas a LCA o asociadas a patología degenerativa articular. Se han estudiado nuevos procedimientos de exploración para incrementar la precisión del diagnóstico clínico en estos casos de cara a considerar la indicación de artroscopia. Sin embargo, se confirma la limitación del explorador para el diagnóstico de roturas meniscales inestables en presencia de patología degenerativa articular pre-existente. Esto es importante desde el punto de vista de indicación terapéutica y pronóstico, ya que las roturas de MI estables asintomáticas (horizontales u oblicuas), diagnosticadas hasta en el 60% de las RM, en presencia de patología degenerativa grados III y IV de Outerbridge, podrían no alcanzar una mejoría significativa y duradera tras desbridamiento artroscópico. A diferencia de las

roturas radiales, verticales o complejas, casi siempre sintomáticas, que parecen presentar más significado clínico (60).

2.2. Radiografía simple en carga

La radiografía es la prueba de imagen más utilizada en Cirugía Ortopédica y Traumatología. Además, las técnicas diagnósticas y terapéuticas son inconcebibles hoy en día sin la manipulación digital. Así, dependiendo del procedimiento de registro de los valores de atenuación, podemos referirnos a **radiología convencional** (uso de una película) y **radiología digital** (sensor digital). La radiología digital permite minimizar los defectos de la técnica radiológica en cuanto a penetración y contraste, manipulando las imágenes.

La radiología digital presenta menor resolución espacial pero mayor resolución de contraste que la convencional. Se puede manipular la imagen obteniendo más información, reduciendo así el número de radiografías y la radiación al paciente. Una gran ventaja es la simplificación del almacenamiento, envío y recuperación de imágenes; para ello se utiliza un sistema de software conocido como PACS (*Picture Archiving and Communication System*) que utiliza el formato DICOM (*Digital Imaging and Communication in Medicine*), que es el estándar de la industria para transferir imágenes médicas entre ordenadores y aparatos radiológicos (47).

Aplicación de la radiología en la patología de la rodilla

La radiografía es un método de diagnóstico rápido y económico, principal herramienta en los servicios de urgencias, siendo el primer paso en caso de dolor agudo de rodilla y también para valoración de patología degenerativa crónica, pudiendo revelar fracturas, defectos osteocondrales, lesiones óseas, disminución del espacio articular y malalineaciones. En pacientes con traumatismos se realizan proyecciones anteroposteriores en decúbito supino y lateral. Si no es patología traumática, se realizan proyecciones en carga. Existen casos en los que la radiografía es menos útil como en las artritis por microcristales o artritis sépticas. Sin embargo, aunque no siempre identifica la causa de dolor, la radiografía es útil para excluir serias patologías como fracturas, cambios degenerativos avanzados y neoplasias, y a pesar del desarrollo de nuevas tecnologías, sigue siendo la guía imprescindible para la planificación quirúrgica (4, 13).

La progresión de la disminución del espacio articular en radiografía en carga, considerando que refleja la pérdida del cartílago articular, ha servido como indicador estructural del avance de la patología degenerativa en estudios clínicos sobre historia natural de la enfermedad y para evaluar eficacia de tratamientos. Sin embargo sigue siendo una medida indirecta del desgaste de cartílago (13, 48, 49).

La radiografía continúa jugando un papel importante en estudios clínicos de patología degenerativa de rodilla debido a la gran accesibilidad para llevarla a cabo, comparado con el coste de la adquisición de imágenes por RM (58).

Clasificación radiológica de cambios degenerativos de la rodilla

Los criterios que principalmente se han utilizado para diagnóstico y clasificación se basan en descripciones clínicas y radiológicas. En los estudios epidemiológicos los criterios radiográficos son los más empleados, los cuales tienen alta reproducibilidad y posibilita estandarizar las pruebas (26).

Se crearon clasificaciones radiográficas para la articulación femorotibial de forma separada, centradas en la disminución del espacio articular y la erosión ósea en radiografías en carga. De entre las clasificaciones radiográficas de la artrosis de rodilla destacan la clasificación de Ahlbäck y la clasificación de Kellgren y Lawrence.

Los criterios radiográficos desarrollados por Kellgren y Lawrence fueron los primeros criterios y definiciones más ampliamente utilizados para diferenciar la artrosis de otros trastornos inflamatorios articulares, suponiendo los primeros estudios poblacionales más extensos de síntomas reumáticos incluyendo articulaciones periféricas (5).

Kellgren y Lawrence intentaron definir la proporción de pacientes sintomáticos en diferentes estadios radiográficos. Se creó así un atlas para clasificación en cinco grados (de 0 a IV) basado en la presencia de criterios radiológicos que se consideran evidencia de artrosis, como son:

- Formación de osteofitos en los márgenes articulares.
- Disminución del espacio articular asociada con esclerosis subcondral.
- Pequeños pseudoquistes subcondrales con bordes escleróticos.
- Alteración de la forma de los extremos óseos.

Así se definió el sistema más ampliamente utilizado (5, 13). El sistema de Ahlbäck, centrado en la disminución del espacio articular y el hundimiento y erosión de la superficie articular en radiografías en carga, se ha usado principalmente en el Norte de Europa (45).

No fue hasta 1997 cuando un estudio comparó ambas clasificaciones, mostrando una congruencia razonable (comparaciones de grados II-III Kellgren-Lawrence con grado I de Ahlbäck y grados III-IV de Kellgren-Lawrence con grado I-II de Ahlbäck presentan un índice *kappa* (κ) $\kappa=0,78$ y $\kappa=0,76$, respectivamente) al menos para diagnóstico de artrosis femorotibial en pacientes con dolor de rodilla entre los 35 y los 54 años (45). (Tabla 1).

Grado Ahlbäck	Definición Ahlbäck	Grado Kellgren & Lawrence	Definición Kellgren & Lawrence
		Grado I “Dudoso”	Osteofitos mínimos, significado dudoso
		Grado II “Mínimo”	Osteofitos definidos, espacio articular desigual
Grado I	Disminución espacio articular (espacio <3mm)	Grado III “Moderado”	Moderada disminución de espacio articular
Grado II	Colapso espacio articular	Grado IV “Severo”	Disminución severa del espacio articular con esclerosis subcondral
Grado III	Hundimiento mínimo de la superficie (0-5 mm)	Grado IV “Severo”	Disminución severa del espacio articular con esclerosis subcondral
Grado IV	Hundimiento moderado (5-10 mm)	Grado IV “Severo”	Disminución severa del espacio articular con esclerosis subcondral
Grado V	Hundimiento severo (> 10 mm)	Grado IV “Severo”	Disminución severa del espacio articular con esclerosis subcondral

Tabla 1. Clasificación radiográfica de Ahlbäck para artrosis femorotibial comparada con sistema de Kellgren y Lawrence

Hallazgos radiológicos en la patología degenerativa femorotibial

La proyección radiológica de la rodilla que se considera para valorar su patología degenerativa es la anteroposterior en carga. Los índices de correlación intra e interobservador obtenidos para esta valoración son aceptables, siendo 0.83 en ambos casos. Se aconseja la lectura radiográfica por el mismo observador, o mejor aún, por dos observadores conjuntamente (5).

Se han descrito series de radiografías con diferentes proyecciones anteroposteriores en carga. El detalle más importante para alcanzar mayor precisión es conseguir un buen alineamiento de los márgenes anterior y posterior de la meseta tibial medial (50, 51). Está aceptado que si la distancia entre ambos márgenes es ≤ 1 mm, la posición es buena para la radiografía (53). Los pies deben rotarse hasta que las espinas tibiales están centradas en la escotadura femoral (48, 52).

La radiografía anteroposterior convencional con la rodilla en extensión no es un buen método para la evaluación del espacio articular, ya que se enmascara la zona de mayor desgaste del cóndilo femoral, que tiene lugar en su parte posterior y se pone en contacto con la tibia con la flexión de la rodilla, con lo que se obtendría más sensibilidad en la medición (53).

En la proyección anteroposterior en carga con la rodilla semiflexionada 7°-10°, la posición del rayo es paralela al suelo y la rodilla se flexiona para que la meseta tibial sea paralela al mismo, sin llegar la rodilla a estar en contacto con la placa de rayos X. La medición cuantitativa del espacio articular requiere además una corrección por la magnificación radiográfica. La medición manual del espacio

articular (distancia mínima interósea) ajustando el grado de magnificación, es la que presenta alta reproducibilidad intra e interobservador y el menor índice de error. La medición mediante un sistema automatizado, a pesar de proporcionar una precisión destacable en radiografías individuales, debe estar sujeta a otros factores de error (alteraciones de márgenes articulares, osteofitos, cambios en la línea de superficie articular...) y presenta más variabilidad (50, 53).

En la proyección de "Lyon schuss" el paciente flexiona las rodillas 20°-30° hasta tocar la placa de rayos. Añadiendo el uso de fluoroscopia se alcanza el alineamiento paralelo de la meseta tibial medial. Se ha demostrado alcanzar la mayor sensibilidad con este método, ya que la mayor flexión refleja el espacio articular en la zona de mayor erosión. Una técnica con fluoroscopia y con un grado de flexión reproducible es importante para asegurar el alineamiento de la meseta tibial con el rayo X (31, 53, 54).

Existen otras dos proyecciones, la proyección en flexión de 20°-30° de *Peterfy et al*, en la que al aparato de rayos se angula 10° inferiormente, y la proyección metatarsofalángica (MTT) de *Buckland-Wright et al*, con el rayo paralelo. En ambas, las rodillas apoyan en la placa de rayos X y difieren en la posición del primer dedo del pie, que está más adelantado en el segundo caso. En ninguna de ellas se utiliza la fluoroscopia (53).

En cuanto a los signos radiológicos, la distancia mínima del espacio articular entre los márgenes de tibia y fémur es el parámetro aceptado para evaluar la patología degenerativa (31). Es la forma de medición más reproducible convenientemente y es el método principal en la *Osteoarthritis Initiative (OAI)*. También se ha estudiado la posibilidad de que la medición automática con un

sistema de coordenadas del espacio en la región central, en lugar de la mínima distancia, sea más representativa de la progresión de la artrosis en casos de patología avanzada. Sin embargo, los resultados óptimos siguen necesitando la corrección manual de la medición (55).

Atendiendo a la valoración de la patología degenerativa en cada compartimento, la sensibilidad de los signos radiológicos en el compartimento femorotibial medial o interno es del 69% (comparada con 49% en el compartimento femorotibial lateral o externo), y la especificidad es del 68% (81% para el compartimento lateral) (13). Así, los métodos para optimizar la precisión y reproducibilidad de la medida del espacio articular en la radiografía en carga se han centrado principalmente en el compartimento medial, siendo más limitada esta técnica para valorar cambios en el compartimento lateral (48).

Se ha confirmado la correlación entre la presencia de **osteofitos tibiales**, y signos de degeneración articular y síntomas clínicos. A veces, la presencia de osteofitos tibiales es mejor indicador de patología degenerativa que la disminución del espacio articular. También puede considerarse un signo de importancia para el pronóstico tras la cirugía artroscópica, como se ha descrito anteriormente. Sin embargo la presencia de osteofitos femorales no es significativa (3).

Los pacientes con osteofitos marginales, por lo general, presentan una patología degenerativa menos severa, tanto en compartimento medial como lateral, en comparación con pacientes con disminución del espacio articular, esclerosis o quistes subcondrales, siendo la diferencia estadísticamente significativa para el compartimento medial (13). Los osteofitos marginales son un

importante indicador radiológico de patología degenerativa femorotibial, siendo el signo más sensible (67% en el compartimento medial y 49% en el lateral) frente a otros en el estudio de *Kijowski et al*, y el signo radiológico más común en pacientes con artrosis incipiente, con la especificidad más baja (73% en el compartimento medial y 81% en el lateral) en comparación con el resto de signos. Sin embargo, en ausencia de disminución del espacio articular, esclerosis o geodas subcondrales, la presencia única de osteofitos no representa artrosis; al menos en cadera y rodilla, los osteofitos se relacionan más con la edad que con patología degenerativa (56).

La **disminución del espacio articular** en radiografías en carga reflejan pérdida de cartílago en las superficies articulares y representa un signo radiológico importante. Sin embargo, presenta menor sensibilidad que los osteofitos marginales y raramente está presente en ausencia de éstos, siendo más común en pacientes con patología avanzada (13). En otros estudios previos, la sensibilidad sin embargo es mayor (56, 57). Por lo tanto, el diagnóstico radiológico de patología degenerativa basado sólo en la disminución del espacio articular se debe hacer con mucha precaución (13).

La **esclerosis** y los **quistes subcondrales** están presentes principalmente en pacientes con patología avanzada (13).

Se afirma que la valoración conjunta de los distintos signos radiológicos no aumenta la precisión de diagnóstico de patología degenerativa (13). Se ha sugerido que la patología degenerativa de la articulación femorotibial debe ser diagnosticada por la presencia de osteofitos marginales, y que su severidad

debe ser evaluada por la disminución del espacio articular, la esclerosis y los quistes subcondrales (13).

Relevancia de la disminución del espacio articular medial

Estudios actuales como el de *Duryea*, reafirman la validez de la radiografía en la medición del espacio articular comparada con la RM, sugiriendo que la radiografía continúa jugando un papel importante en los estudios de patología degenerativa (58). La medición del espacio articular en la radiografía en carga siguiendo la posición descrita por *Buckland-Wright*, se define como el método que evalúa con más precisión y que mejora la fiabilidad de la evaluación del espacio articular, principalmente en el compartimento medial.

Comparando la precisión de macrorradiografías en la posición de ángulo de 130° en carga con la medición del grosor del cartílago en el mismo ángulo en macroartrogramas de doble contraste en posición lateral y sin carga, se obtiene una correlación altamente significativa en el compartimento medial, lo que significa que la medida del espacio articular refleja fielmente el grosor del cartílago en este compartimento. La erosión del cartílago se produce de forma gradual a lo largo de la superficie articular: es más pronunciada en la parte externa y menos en las zonas más internas de la superficie. Por todo ello, se afirma que la radiografía en carga en la posición estándar con un equipo de rayos X de alta definición valora con exactitud el grosor del cartílago, y con la misma exactitud y fiabilidad se puede medir el espacio articular usando radiología convencional. Así, se acentúa el valor de la radiografía en carga para

la valoración de cambios degenerativos en el cartílago de la rodilla (Buckland-Wright).

El espacio articular se determina en el punto de máxima curvatura del cóndilo medial en radiografías simples en carga. Como se ha señalado, existe una correlación significativa entre la disminución del espacio articular y un resultado pobre tras tratamiento artroscópico, según *Spahn* (3). Así, la medición del espacio articular es relevante no sólo para el diagnóstico, sino también para evaluar el pronóstico. El grado de desgaste de la superficie del cóndilo femoral medial no afecta al resultado. Sin embargo, el 92.9% de pacientes con un defecto de cartílago tibial avanzado tiene un resultado pobre tras la artroscopia (3).

La clasificación de Ahlbäck se centra principalmente en la disminución del espacio articular como un signo indirecto de desgaste del cartílago. Se ha sugerido que la disminución del espacio articular es la mejor variable para valorar la progresión radiológica de la patología degenerativa de la rodilla (45) (49).

Sin embargo, contrastado con otros estudios, la clasificación de Ahlbäck se presenta con una reproducibilidad y validez variables. En la evaluación de las radiografías se detectan dos problemas principales: determinar si la presencia de espacio articular representa presencia de cartílago y determinar si existe erosión del hueso subcondral. La información obtenida en las radiografías se considera insuficiente, por lo que se propone una mejora en la clasificación radiográfica mediante variaciones en la técnica o métodos alternativos (59).

2.3. Resonancia Magnética

El diagnóstico por imagen ha experimentado un progreso espectacular en los últimos años gracias al desarrollo de nuevas tecnologías, que en muchos casos se han convertido en herramientas imprescindibles por facilitar notablemente la detección de patologías ocultas a veces usando los métodos tradicionales. La prevalencia de cambios radiográficos femorotibiales combinada con dolor crónico en pacientes entre 35 y 54 años se ha estimado del 1% en el estudio de *Petersson et al.* Sin embargo, el dolor de rodilla con radiografía en carga sin alteraciones podría interpretarse como un posible signo de artrosis incipiente. Por ello, recomiendan estudios prospectivos en pacientes de estas características y la valoración de la patología degenerativa con otras técnicas como RM, escintigrafía ósea, marcadores bioquímicos de cartílago y recambio óseo (45), pues existen factores desconocidos que afectan a la progresión de la enfermedad que cada método de diagnóstico falla en detectar.

La RM es una prueba diagnóstica ampliamente validada y aceptada, con una sensibilidad del 75% al 88% para detección de lesiones en ligamentos cruzados y meniscos. Dentro de las ventajas de la RM destacan que es una técnica no invasiva, no utiliza radiaciones ionizantes, proporciona imágenes multiplanares, y también imágenes de partes blandas que otras técnicas no consiguen. Entre sus desventajas, su coste. Además, algunos estudios hablan de una alta tasa de falsos positivos en la detección de roturas meniscales (4).

Aplicación de la resonancia magnética en la patología degenerativa de la rodilla.

Sistema de clasificación de lesión del cartílago articular.

El estudio de *Koplas et al*, define que las indicaciones para la RM son (4):

- Pacientes en los que se considera el tratamiento quirúrgico.
- Tras traumatismo agudo, cuando el diagnóstico no es claro.
- En alta competición, cuando se requiere un diagnóstico y tratamiento inmediato.

La RM es útil en la evaluación de la rodilla cuando existe sospecha de patología meniscal y ligamentosa o fractura de estrés, donde la radiografía convencional no es tan útil (4). Además, en comparación con la artroscopia, no es una técnica invasiva como ya se ha señalado, y permite la evaluación de tejidos periarticulares, hueso subcondral, gangliones y tejido capsular, ayudando a diferenciar pacientes sin patología intraarticular de aquéllos que se beneficiarían de una artroscopia terapéutica (46, 60).

En la práctica clínica, una evaluación detallada de la severidad de la patología del cartílago incluye una definición exacta del grado de condropatía. Así, una prueba no invasiva fiable es importante y debería ser un dato más para la decisión de tratamiento (61). El estado del cartílago articular en la RM se puede clasificar en base a un sistema modificado de puntuación de *Vallotton et al* (*Tabla 2*), el cuál comparamos más adelante con el sistema de clasificación según la imagen artroscópica (*Tabla 3*), estableciendo un paralelismo. Esta clasificación de RM ha sido usada en varios estudios previos (62, 63, 64).

GRADO de VALLOTTON	IMAGEN EN RESONANCIA MAGNÉTICA
0	Normal
I	Superficie intacta, hipo o hiperseñal
II	Pequeñas irregularidades de la superficie y/o reducción focal del grosor <50%
III	Moderadas irregularidades de la superficie y/o reducción focal del grosor >50%
IV	100% pérdida focal de grosor con o sin reacción ósea

Tabla 2. Sistema de clasificación modificado de Vallotton de imagen del cartílago en resonancia magnética

De hecho, el sistema de clasificación de Vallotton se creó para el estudio de la patología degenerativa femoropatelar, adaptando el sistema de clasificación artroscópica de Noyes y Graig a las lesiones en la RM. Se obtuvo una precisión del diagnóstico por RM más alto que en otros estudios (91.6 %), debido a la inclusión de una alta proporción de lesiones de bajo grado con más dificultad para valorar. Así, esta precisión es el resultado de la mejora de las secuencias de imágenes y de la utilidad de este método de clasificación (65).

Valor diagnóstico de la resonancia magnética en la lesión degenerativa del cartílago

Para la patología del cartílago articular, se ha descrito una sensibilidad del 83.2% y una especificidad del 94.3% incluyendo todos los grados de lesión. Considerando todas las superficies, la especificidad es mayor del 90%, pero la sensibilidad de meseta tibial medial y lateral era más baja que para el resto de

superficies (58.8% y 66.7%, respectivamente). Esta reducción de sensibilidad especialmente destaca cuando la RM subestima un grado II de Outerbridge calificándolo de grado I de Vallotton en la imagen de RM. Sin embargo, en los grados III y IV de Outerbridge, la sensibilidad de la RM mejora (100% para meseta tibial medial y 75% para meseta tibial lateral) (60).

Algunos estudios han afirmado que el uso de la RM para la evaluación inicial no sólo identifica las lesiones claves, sino que podría eliminar la necesidad de un procedimiento diagnóstico invasivo (se han descrito hasta un 22% a 42% menos artroscopias necesarias) (4, 46, 66, 67). En el estudio de *Galea et al*, los resultados de la RM preoperatoria varían en un 16% de los pacientes la indicación de intervención quirúrgica basada únicamente en la exploración física y el estudio radiológico en carga. Así se evitan artroscopias innecesarias y mejora la calidad de vida en un grupo de pacientes que requirieron una artroplastia como procedimiento inicial. Los resultados de este estudio sugieren que la RM preoperatoria identifica un grupo de pacientes con patología degenerativa articular más avanzada de lo valorado inicialmente por la clínica y por la radiografía en carga, lo cual podría variar la cirugía definitiva en pacientes con resultados de artrosis avanzada en RM (60). Según estudio de *Mackenzie et al*, la RM dio lugar a nuevos diagnósticos en el 21% de un grupo de pacientes valorados previamente sin RM, si bien las patologías estudiadas en este caso eran patología meniscal y de ligamento cruzado anterior (LCA), y no los cambios degenerativos en el cartílago articular. El 89% de esos nuevos diagnósticos fueron adoptados por los clínicos, lo cual demuestra la aceptación del

diagnóstico por RM y la evidencia del impacto diagnóstico de la RM de rodilla (46).

Por otro lado, en el estudio de *Engelhardt* en el que se compara la precisión diagnóstica de la imagen de RM en comparación con la artroscópica, se obtiene que el valor diagnóstico de la lesión del cartílago en la RM es relativamente bajo en todos los grados de enfermedad. Por lo tanto, se asumiría que la aplicación de la RM para el diagnóstico preciso del grado de condropatía es limitado, y que la RM no reemplazaría a la artroscopia cuando la valoración del cartílago es crucial para el tratamiento. En estos casos, debe sugerirse el diagnóstico artroscópico aunque las imágenes de RM estén disponibles (31, 61). En otro estudio que evalúa la influencia de la valoración por RM en pacientes ya pendientes de una artroscopia, se obtiene que la RM no tiene efecto para la decisión de realizar la artroscopia o en el pronóstico del paciente (77). Sin embargo, este último estudio valora a los pacientes de una lista de espera de meses, por lo que es una valoración tardía y sería difícil que el cirujano se basara en las imágenes de RM para suspender una indicación ya prescrita.

También se afirma que la RM aporta pocos datos en pacientes en los que los signos de patología degenerativa articular son evidentes en la radiografía convencional. Tampoco se debe usar de forma rutinaria para diagnosticar la rodilla dolorosa, salvo por sospecha de lesión de menisco o ligamento (4).

Además se menciona en el estudio de *Koplas et al*, la descripción de lesiones de cartílago, osteofitos y anomalías en el menisco de personas asintomáticas sin historia de dolor, traumatismo o patología de rodilla. Por lo tanto, los hallazgos de la RM deben correlacionarse fielmente con la historia y la

exploración física. El traumatólogo también debe tener en cuenta que los hallazgos de la RM dependen de la calidad del estudio, la intensidad del campo magnético y los planos conseguidos (4), y que en algunos hospitales no hay un radiólogo especializado en patología musculoesquelética, lo que hace que la precisión de los informes sea menor (6, 65).

Estudio comparativo del valor diagnóstico frente a radiografía en carga

La RM ofrece ventajas sobre la radiografía ya que la valoración del cartílago se considera que es de forma directa. Al proporcionar cortes para una composición tridimensional de la articulación, el cartílago puede ser mejor evaluado en los distintos compartimentos (48).

La disminución del espacio articular es el parámetro que tradicionalmente valora la pérdida de cartílago. Sin embargo, es una medida de la distancia mínima entre fémur y tibia en la posición en carga, teniendo en cuenta un único punto de contacto, por lo que la erosión de cartílago en otras áreas de contacto entre ambos huesos durante flexión y extensión no son reflejados y puede subestimar una proporción de rodillas con degeneración del cartílago articular. La pérdida de cartílago se produce también con frecuencia en la región posterior del cóndilo femoral, al articular con la tibia en flexión. Sin embargo, la radiografía en carga detecta la pérdida de cartílago en la región central del fémur, pero no detecta la pérdida de cartílago aislada en fémur posterior (48). En pacientes con dolor crónico de rodilla, la evidencia radiográfica de disminución de espacio articular no permite una predicción precisa del estado del cartílago (56, 60).

En cuanto a la valoración de la progresión de la patología degenerativa de rodilla, el estudio de *Amin* con un período de seguimiento de 30 meses, compara la precisión de radiografía en carga frente a RM. La radiografía en carga muestra progresión de la disminución del espacio articular medial en 35 rodillas, siendo confirmado en el 69% de los casos por los hallazgos en RM. Sin embargo, en las 189 rodillas restantes en las que no se observan cambios en la radiografía, la RM sí detecta pérdida de cartílago en el 42% de los casos. Este estudio considera la RM como patrón oro, y describe una especificidad de la radiografía en carga para evaluar patología del cartílago en el compartimento medial del 91% (en el caso del compartimento lateral es del 96%), pero una sensibilidad de sólo el 23% (del 18% para el compartimento lateral). Se concluye así que el uso de radiografía en carga aislada podría no detectar una proporción importante de rodillas con progresión de la patología (48). Como se ha referido anteriormente, la RM preoperatoria puede identificar patología degenerativa articular más avanzada de lo valorado inicialmente por la clínica y por la radiografía en carga (60).

El uso de la RM para la evaluación de cambios degenerativos de la rodilla se encuentra aún en las primeras fases de desarrollo pero rápidamente está llegando a ser el método de imagen de elección para la artrosis leve-moderada tanto en la clínica diaria como en estudios de investigación. Por ello, existe una necesidad creciente de métodos de medición precisos y reproducibles que puedan ser usados para un diagnóstico más exacto del grado de artrosis y de su progresión en el tiempo, y puedan correlacionarse con sistemas de clasificación ya establecidos. La mejora de la precisión de estos métodos también supone

utilidad para valorar la indicación de tratamientos y su eficacia, particularmente en la patología degenerativa precoz donde el curso de la enfermedad aún podría variar. La disminución del espacio articular valorada por radiografía en carga y por RM evalúa sólo una parte del proceso de la enfermedad, lo cual se hace evidente al no haber variación en los grados moderados de artrosis (68). La principal ventaja de esta medición es su facilidad, reproducibilidad y el poco tiempo requerido para llevarla a cabo. Se aconseja hacer futuros estudios para evaluar la importancia relativa de ambas técnicas, y mejorar el desarrollo de métodos de medición que valoren la articulación completa (31, 68).

2.4. Artroscopia

Definición de la artroscopia como “patrón oro” para el diagnóstico de lesión del cartílago articular en la rodilla

La artroscopia de rodilla permite la inspección y palpación directa de las lesiones sospechadas y tiene la habilidad de diagnosticar y tratar patología intraarticular en un único acto (60, 65).

Actualmente la artroscopia se considera el “patrón oro” para el diagnóstico de lesiones del cartílago (8, 31, 60, 65), pero podría infravalorar puntos ciegos como la cara posterior de los cóndilos femorales. Igualmente puede ser difícil precisar la profundidad de la lesión, porque sólo se visualiza la superficie del cartílago articular (60, 65).

A pesar de ello, la artroscopia de rodilla es un método útil de valoración de patología del cartílago y posee más precisión diagnóstica que la RM. La RM es más precisa en lesiones profundas y defectos en cartílago rotuliano, pero un número considerable de lesiones permanecerían sin diagnosticar hasta la artroscopia (8).

Sistema de clasificación en artroscopia de lesiones degenerativas de la rodilla

La patología de las superficies articulares se puede clasificar en grados en la visión artroscópica basándose en el sistema de Outerbridge (*Tabla 3*).

Este sistema de clasificación fue descrito por Outerbridge en 1961 en relación a los cambios macroscópicos en la condromalacia patelar. Estos cambios los clasificó en cuatro grados (69):

Grado 0: normal.

Grado I: reblandecimiento y edema del cartílago.

Grado II: fragmentación y fisurización en un área de diámetro de hasta media pulgada (aproximadamente 13 milímetros)

Grado III: fragmentación y fisurización en un área de diámetro mayor de media pulgada (aproximadamente 13 milímetros).

Grado IV: Erosión del cartílago con exposición de hueso subcondral.

Los grados de esta clasificación se corresponden con la clasificación modificada de Vallotton en la imagen en RM.

GRADO	CLASIFICACIÓN OUTERBRIDGE (IMAGEN ARTROSCÓPICA)	CLASIFICACIÓN DE VALLOTTON (IMAGEN EN RESONANCIA MAGNÉTICA)
0	Normal	Normal
I	Superficie intacta, reblandecimiento, pérdida de elasticidad	Superficie intacta, hipo o hiperseñal
II	Daño de la superficie articular, lesión de <50% del grosor	Pequeñas irregularidades de la superficie y/o reducción focal del grosor <50%
III	Daño de la superficie articular, lesión de >50% del grosor	Moderadas irregularidades de la superficie y/o reducción focal del grosor >50%
IV	Exposición de hueso subcondral	100% pérdida focal de grosor con o sin reacción ósea

Tabla 3: Comparación de sistemas de clasificación Outerbridge y Vallotton.

III. HIPÓTESIS



III. HIPÓTESIS

El diagnóstico preciso del grado de artrosis de rodilla supone todavía un reto para el especialista. Según los estudios, los métodos no invasivos no proporcionan un diagnóstico exacto. Sólo la artroscopia parece definir con mayor certeza (con precisión que varía de un 69% a un 98%) la existencia y el grado de lesión del cartílago (8, 12).

Sin embargo, no se ha estudiado si la precisión del diagnóstico aumentaría al combinar los resultados de técnicas no invasivas.

La hipótesis de este estudio es la existencia de diferencias en la precisión diagnóstica frente a la hipótesis nula de que no existen diferencias con la suma de los hallazgos de las pruebas.

IV. OBJETIVOS



IV. OBJETIVOS

El objetivo principal de este estudio consiste en la comparación del valor diagnóstico de la radiografía en carga, la resonancia magnética y la suma de ambas en los cambios degenerativos del cartílago de la rodilla, específicamente en el compartimento femorotibial medial, siendo definido como valor control la lesión finalmente observada por visión directa en la artroscopia.

Como objetivos secundarios destacamos:

1. Influencia de los antecedentes traumáticos y/o quirúrgicos.
 - 1.A. Relación entre antecedentes traumáticos y/o quirúrgicos sobre la rodilla afectada y grado de Kellgren-Lawrence en radiografía en carga.
 - 1.B. Relación entre antecedentes traumáticos y/o quirúrgicos sobre la rodilla afectada y grado de Outerbridge en artroscopia.
2. Correlación entre anchura del espacio articular en compartimento medial en la radiografía en carga y grado diagnóstico (correlación con grado de Kellgren-Lawrence, Vallotton y Outerbridge).
3. Significación radiológica y clínica de la anchura de la interlínea medial.

Se trata del estudio de la disminución del espacio articular en el compartimento medial en la radiografía en carga que resulta

significativa y relevante: un espacio menor de 5 mm está definido como uno de los factores de riesgo de mala evolución de la patología degenerativa del cartílago articular de la rodilla (3). Analizando nuestros casos, queremos confirmar si se relaciona también con una mayor afectación del cartílago articular reflejado en la radiografía en carga, en la RM y en la artroscopia, lo cual confirmaría un dato más preciso, fiable y reproducible para la práctica clínica y para futuros estudios.

4. Diagnóstico clínico de las roturas meniscales.

Precisión de diagnóstico según la clínica y exploración física para rotura meniscal en comparación con la afectación meniscal diagnosticado por la técnica “gold standard” (artroscopia).

5. Relación entre la rotura meniscal y la degeneración articular.

Relación entre la presencia de rotura meniscal visualizada en la artroscopia y el espacio articular medial en la radiografía en carga, grado de Kellgren-Lawrence, de Vallotton y de Outerbridge.

6. Relación entre rotura del LCA y degeneración articular.

Relación entre afectación de LCA (rotura total o parcial) y espacio articular medial, grado de Kellgren-Lawrence, grado de Vallotton y grado de Outerbridge del compartimento medial.

7. Evaluación económica

V. MATERIAL Y MÉTODO

V. MATERIAL Y MÉTODO

1. PACIENTES

Estudio prospectivo de 65 pacientes con gonalgia, procedentes tanto de un hospital del Sistema Sanitario Público español (Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología del Complejo Hospitalario de Toledo, España) como de la práctica privada de la medicina y consulta de aseguradoras en Madrid (España). El estudio se realizó entre Mayo de 2010 y Mayo de 2014 siendo la recogida de datos entre Mayo de 2010 y Febrero de 2013.

De un total de 65 pacientes, finalmente completan el estudio 59 de ellos. Se trata de 37 hombres (62,7%) y 22 mujeres (37,3%), con una media de edad de 49,59 años (rango: 21-82). 6 pacientes se perdieron en las primeras fases del estudio (sólo acudió a la primera consulta, mejoró la clínica y no llegó a las últimas fases, etc.).

La duración de la sintomatología varía desde 1 mes hasta 60 meses, con una media de 14,17 meses.

2. DISEÑO DEL ESTUDIO

2.1. Criterios de inclusión y exclusión

Son criterios de inclusión para el estudio los pacientes con gonalgia tanto aguda como crónica de características mecánicas, incluyendo:

- Causa atraumática.
- Antecedentes traumáticos o cirugías previas en la rodilla, sin alteración de los ejes de carga.
- Un criterio de inclusión indispensable es que la rodilla afectada sea el factor primario limitante para la actividad.
- Para la realización de esta tesis, los pacientes han dado su consentimiento verbal y escrito para la inclusión en este estudio, para la entrevista personal, exploración física y realización de estudio radiológico, resonancia magnética y artroscopia, cuya finalidad principal ha sido diagnóstico-terapéutica y en segundo lugar, de investigación. De la misma forma, se respetan sus datos y confidencialidad.

Se consideran *criterios de exclusión*:

- Cualquier tipo de artritis inflamatoria, condrocalcinosis.
- Patología degenerativa secundaria a sepsis o trastornos metabólicos.
- Infecciones agudas y crónicas.
- Traumatismos severos o cirugías previas en la rodilla con alteración importante de los ejes de carga.
- Cirugía reconstructiva mayor de la extremidad inferior.
- Afectación de múltiples articulaciones mayores.
- Rodillas afectadas por patología localizada del cartílago como osteocondritis disecante.
- Rodillas afectadas por necrosis avascular.

- Trastornos displásicos graves con repercusión en la rodilla.
- Contraindicaciones para el uso de la RM.

Aunque se estudia el compartimento femorotibial medial, la patología degenerativa del compartimento femorotibial lateral o del patelofemoral concomitante no son criterios de exclusión.

2.2. Protocolo de recogida de datos

El estudio es llevado a cabo por el mismo cirujano especialista en Cirugía Ortopédica y Traumatología (N.M.G.), investigador principal del estudio, desde su primera consulta en atención especializada, incluso en algunos casos desde su atención en el Servicio de Urgencias. La artroscopia puede ser finalmente realizada por otro cirujano especialista, pero en todos los casos se lleva a cabo en el mismo centro donde el paciente es estudiado y bajo la supervisión del cirujano principal que realiza el estudio, el cuál valora las imágenes de la artroscopia.

La recogida de datos para el estudio se realiza de forma prospectiva, completando para cada paciente un protocolo de datos necesarios para el estudio a la vez que útiles para el diagnóstico y tratamiento (Anexo I).

Los datos que se recogen son los siguientes:

Historia clínica

- Filiación. Datos del paciente: nombre y apellidos, número de historia clínica, fecha de nacimiento, número de teléfono y ocupación (y si continúan una vida activa).
- Parámetros demográficos: edad, sexo.
- Parámetros clínicos: antecedentes personales y familiares de interés.
- Tratamiento actual.
- Lateralidad: rodilla izquierda o derecha.
- Mecanismo: si el dolor se relaciona con un giro, valgo o varo forzado, flexión, caída, si existió un chasquido audible, si es un dolor de causa traumática, etc.
- Características del dolor: inicio brusco o insidioso, tiempo de evolución, si el dolor es de tipo mecánico, si empeora con algún factor.

Exploración física

- Características de la marcha, eje cadera-rodilla-pie en bipedestación, presencia de deformidades.
- Grados de rango de movilidad conservados.
- Dolor femoropatelar, dolor en interlínea articular interna/externa, dolor en puntos óseos o ligamentosos.
- Crepitación femoropatelar, rango de movilidad, estabilidad articular, maniobras meniscales.
- Sospecha clínica del diagnóstico.

Analítica y otros parámetros

- En todos los casos se solicita una analítica simple que incluye hemograma, bioquímica y estudio de coagulación.
- Se pueden solicitar otros parámetros en caso de sospecha de infección, para descartar patología reumatológica, etc.

Radiografía simple

Si el paciente es valorado inicialmente en el Servicio de Urgencias, la radiografía realizada no es en carga por no estar disponibles los medios adecuados. Por lo tanto, en la primera visita a la consulta, se solicita una radiografía anteroposterior en carga de ambas rodillas.

Se recoge la fecha de realización de cada prueba (radiografía en carga, RM y artroscopia), para valorar así el período de tiempo entre las mismas.

En el estudio de la rodilla afectada el investigador principal recoge los siguientes signos radiográficos:

- 1) Presencia de *osteofitos* tibiales extraarticulares en compartimento femorotibial medial.
- 2) *Disminución del espacio articular* de ambos compartimentos femorotibiales. Su medición se determina en el punto de máxima curvatura de los cóndilos femorales (3) y se expresa en milímetros.
- 3) Presencia de *esclerosis subcondral* en el compartimento femorotibial medial.
- 4) Presencia de *quistes subcondrales* en compartimento femorotibial medial.

Estos datos, que se centran principalmente en el análisis radiográfico de la patología degenerativa del compartimento medial, ayudan a determinar el grado en la escala de Kellgren-Lawrence.

Resonancia Magnética

En la RM se determina principalmente la intensidad de señal, irregularidades y reducción del grosor o aplanamiento del cartílago de la superficie articular para el compartimento medial, que es el compartimento en el que nos centramos para el estudio. Se valora en las secuencias proton density- (densidad protónica), T1- y T2-weighted fast spin-echo (FSE), y en imágenes con supresión grasa. También se valora la afectación del hueso subcondral.

Se recoge el grado de degeneración del cartílago descrito por el radiólogo en el informe de la RM. El grado según la escala de Vallotton, elegida para este estudio por ser una escala extrapolable y comparable a los grados de las escalas radiológica y artroscópica, es determinado por el investigador principal.

Artroscopia

En la artroscopia se determina la patología degenerativa del cartílago en cada compartimento, según el grado de Outerbridge, descrito por el investigador principal: femoropatelar (FP), compartimento femorotibial medial o interno (CI) y compartimento femorotibial lateral o externo (CE).

También se recogen datos de presencia de rotura de menisco interno y/o externo, así como tipo de rotura, y afectación de ligamento cruzado anterior (rotura parcial o completa).

Por último, se describe el tipo de tratamiento artroscópico definitivo realizado.

3. MÉTODO

3.1. Estudio radiográfico

Se realiza radiografía de ambas rodillas anteroposterior en carga con la rodilla semiflexionada 7°-10°, la posición del rayo paralela al suelo y las rodillas también paralelas al mismo y que consiga un buen alineamiento de los márgenes anterior y posterior de la meseta tibial medial (con distancia entre ambos márgenes ≤ 1 mm).

La valoración radiográfica y mediciones son realizadas por un mismo observador, que es el cirujano ortopédico investigador principal del estudio (N. M. G.), mediante dos lecturas independientes con un índice de correlación de 0,95.

La medición se realiza de forma manual. En los pacientes estudiados en el Complejo Hospitalario de Toledo, las radiografías son visualizadas utilizando el sistema regional de imagen médica digital (proyecto Ykonos), en el cual la medición manual proporciona directamente la distancia real al estar ya ajustada la magnificación. Los pacientes de aseguradoras y privados, se realizan las radiografías en diferentes clínicas. Por ello, algunas mediciones se llevan a cabo sobre radiografías impresas en película radiográfica, realizando también medición manual del espacio y aplicando la corrección según la escala indicada

en cada radiografía. Otras, se hacen de forma manual sobre imagen digital utilizando el programa correspondiente que viene adjunto en el compact disk (CD) proporcionado (generalmente se utiliza el formato DICOM).

El grado de degeneración articular de las radiografías, está basado en el grado correspondiente en la escala de Kellgren-Lawrence (5).

3.2. Estudio por resonancia magnética

El tiempo medio de realización de la RM desde la realización de la radiografía es de 3,03 meses (rango: 0-12). En el Complejo Hospitalario de Toledo, la prueba es realizada por un equipo Siemens de 1,5-Tesla. Las secuencias obtenidas son: estudio axial, sagital y coronal con secuencias rápidas de eco de spin (FSE) potenciadas en T1, T2 y densidad protónica (DS), así como secuencias con supresión grasa.

Las imágenes de la RM son revisadas el sistema PACS por uno de los dos radiólogos especializados en patología osteomuscular escogidos para el estudio, analizando las imágenes de forma ciega sin datos clínicos de los pacientes y realizando el informe, que define el grado de condropatía en no afectación, grado leve, moderado o avanzado.

En los pacientes de aseguradoras y medicina privada, las RM son realizadas en diferentes clínicas con equipos diversos. Así, disponemos del informe y las imágenes digitales que aporta el paciente en un CD. La técnica y las secuencias obtenidas son las descritas, y el radiólogo realiza un estudio ciego igualmente. Sin embargo, las valoraciones son realizadas por diferentes

radiólogos y diferentes servicios de radiodiagnóstico, y no podemos tener la certeza en todos los casos de que sean radiólogos especializados en patología osteomuscular.

Para unificar de alguna forma los resultados de los informes y poder establecer una clasificación de la afectación del cartílago articular, las imágenes son revisadas por el investigador principal (N. M. G.) de forma también ciega para los datos personales y la información clínica del paciente, así como sin conocer los datos del informe del radiólogo, definiendo el grado de Vallotton. Se recoge de esta forma con más uniformidad la información que proporciona la RM, y se realiza una doble lectura.

Se define la afectación de tres compartimentos (FP, CI y CE) como hemos referido anteriormente en no afectación, grado leve, moderado o avanzado. Para establecer una comparación directamente con la artroscopia que se realizará posteriormente se define la afectación del compartimento medial, que es en el que se centra el estudio, según clasificación de Vallotton (65).

3.3. Estudio por artroscopia

Las artroscopias son realizadas o supervisadas en todos los casos por el investigador principal (N. M. G.), siendo definida la información por otro cirujano más. Este estudio se realiza de forma ciega para los datos de las pruebas complementarias en relación a la degeneración del cartílago articular, pero sí conociendo la existencia y el tipo de lesión meniscal o ligamentosa, lo cual se considera necesario saber antes de la cirugía para preparar el instrumental

adecuado para su tratamiento. Tras realizar la artroscopia diagnóstica y completar los datos del protocolo del estudio, sí se pone en conocimiento la información sobre la afectación del cartílago articular, para tenerla en cuenta para el tratamiento definitivo.

En el Sistema Sanitario Público, la artroscopia se realiza de forma programada bajo anestesia raquídea, añadiendo o no sedación si lo requiere, siendo una cirugía ambulatoria pero con ingreso postquirúrgico de unas horas para valorar la evolución del paciente (Cirugía Mayor Ambulatoria). Se realiza con isquemia preventiva a unos 330-350 milímetros de mercurio.

En la asistencia privada, el equipo lleva a cabo la cirugía bajo anestesia local intraarticular suministrada por el anestesista (generalmente bupivacaína 0,5% o lidocaína 1%, con epinefrina), que también infiltra una dosis baja de anestésico (lidocaína 1%) en la zona de los portales a realizar, generalmente sin añadir sedación salvo en algún caso en que sí es necesario. No se realiza ingreso postquirúrgico y el alta se lleva a cabo en menos de una hora, salvo complicaciones, saliendo el paciente andando del hospital con un acompañante o familiar.

Se realizan acceso anteroexterno y anterointerno según técnica habitual, con recorrido inicial por todos los compartimentos de la rodilla para valorar el grado de condropatía, lesiones focales de la superficie articular, lesiones meniscales y ligamentosas intraarticulares. A continuación se lleva a cabo el tratamiento definitivo aplicado a las lesiones descritas. Para terminar se realiza un lavado artroscópico y vendaje compresivo.

En el Complejo Hospitalario de Toledo se realiza aproximación de las vías de acceso con tiras de Steri Strip®, gasas y vendaje con venda de algodón y venda elástica de toda la pierna, incluyendo el pie. La primera revisión se realiza en una o dos semanas.

En la asistencia privada, en casos de condropatía más avanzada, se realiza una infiltración intraarticular de 2 centímetros cúbicos (cc) de betametasona (Celestone®) a través de uno de los portales, cierre de la piel con un punto de seda o monofilamento, gasas y vendaje sólo con venda elástica incluyendo únicamente la articulación de la rodilla. La primera revisión se realiza en una semana.

3.4. Análisis estadístico

En la primera fase del estudio, antes de la recogida de datos, se define el número de pacientes que es necesario incluir para poder realizar el estudio. Esto se realiza mediante una revisión de la literatura, estimando el tamaño del efecto clínicamente relevante (se considera para la radiografía en carga una sensibilidad mínima de 65-70% y especificidad de al menos 60%, y para la RM una sensibilidad de como mínimo 70% y especificidad de al menos 80-90% en comparación con artroscopia, para estudio del objetivo principal) y la variabilidad de los parámetros, y así se calcula el tamaño muestral a través de fórmulas estadísticas.

Una vez recogidos todos los datos en el protocolo, el investigador principal los incluye en una base de datos Excel. El análisis estadístico de los datos para

hallar los resultados que den respuesta al objetivo principal y secundarios, son realizados por un estadístico independiente del estudio (R. M. J.), de forma ciega. Se utiliza para ello el software informático para análisis de datos estadísticos S.P.S.S. (*Statistical Package for Social Science*) para Windows, se describen datos descriptivos, medidas de localización (centralización/dispersión), medidas de estimación, de frecuencia, de asociación, y los datos son analizados con diferentes tests estadísticos según los parámetros que sean correlacionados (se describen a continuación en el apartado de Resultados). Se establece como límite significativo un poder estadístico del 80% con una $p < 0,05$.

Al proponer como significativa una diferencia entre grupos con $p < 0,05$, se establece que al comparar dos variables estadísticamente, si se obtiene una $p < 0,05$ se rechaza la hipótesis de independencia afirmando que la relación entre ambas variables es significativa.

En los casos no estadísticamente significativos pero cerca del límite, también se describe la tendencia, que pudiera ser un resultado significativo (en caso de un estudio con una muestra mayor de pacientes, por ejemplo).

VI. RESULTADOS

VI. RESULTADOS

VI. A. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO CUANTITATIVO

1. EPIDEMIOLOGÍA

Como ya se ha descrito, se analizan los datos de un total de 59 pacientes, 37 hombres (62,7%) y 22 (37,3%) mujeres, con una media de edad de 49,59 años (rango: 21-82). La media de edad estratificando el grupo de hombres es de 44,16 años (rango: 21-69) y del grupo de mujeres es de 58,72 años (rango: 30-82).

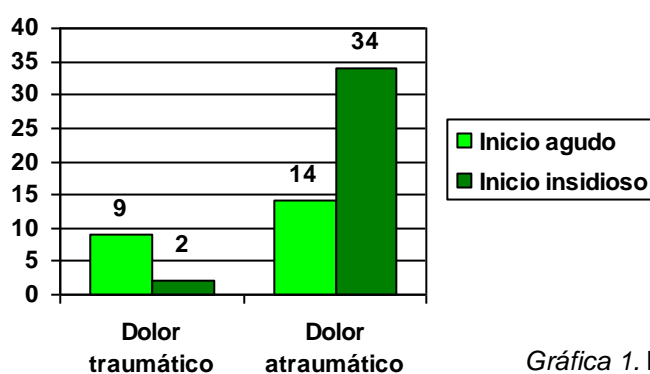
En 25 casos (42,4%) la rodilla afectada era la derecha y en 34 casos (57,6%), la izquierda. Once casos presentaban un traumatismo o tratamiento invasivo previo en esa rodilla en años anteriores, en 8 de los cuales se había realizado una artroscopia en la rodilla afectada (meniscectomía artroscópica externa en 1 caso, interna en 2 casos, ligamentoplastia de LCA en 2 casos y en 3 casos se desconoce el tratamiento definitivo exacto).

Entre las ocupaciones de los pacientes se encuentran la construcción (15,3%), trabajo manual/industria (15,3%), tareas domésticas (16,9%), comercio (15,3%), actividades más sedentarias como trabajo de administración, supervisión, jefatura... pero con actividad extralaboral activa (37,3%).

2. CLÍNICA

Todos los pacientes, incluso el paciente con hemiparesia (dentro de sus limitaciones) mantienen una vida activa, viéndose limitados por su gonalgia.

En cuanto al mecanismo, nos parece interesante resaltar que en 11 casos (18,6%) el dolor es traumático (9 de ellos presentan un inicio agudo del dolor y aparece de forma insidiosa en 2) y en 48 casos (81,4%) es atraumático (14 de ellos presenta inicio agudo del dolor y aparece de forma insidiosa en 34) (*Gráfica 1*).



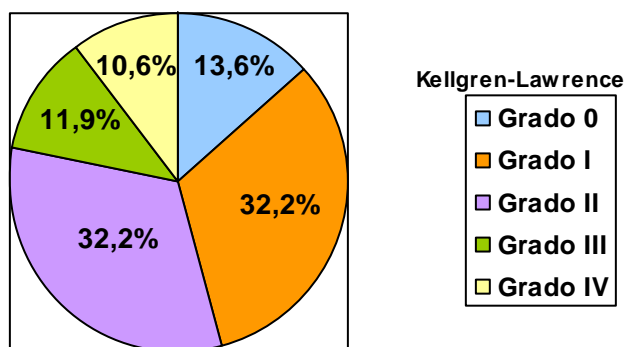
Gráfica 1. Mecanismo de producción del dolor.

3. RADIOGRAFÍAS EN CARGA

Se analizan en primer lugar las **radiografías en carga** de las rodillas afectadas. Se recoge en el protocolo la presencia de osteofitos, esclerosis en compartimento interno y medición del espacio articular en ambos compartimentos femorotibiales para valorar su disminución en el compartimento interno. Así, el análisis radiológico se realiza centrado en el *compartimento*

medial. Con estos datos se define el grado de artrosis según clasificación de Kellgren-Lawrence. Las variables de las clasificaciones utilizadas (Kellgren-Lawrence, Vallotton y Outerbridge) no siguen una distribución normal, por lo que la medida que destacamos es la mediana, en lugar de la media.

De las 59 rodillas, 8 (13,6%) se clasifican como grado 0 al no estar afectado el cartílago articular, 19 rodillas (32,2%) se clasifican como grado I, 19 (32,2%) como grado II, 7 (11,9%) como grado III y 6 (10,2%) como grado IV, siendo la mediana el grado II (*Gráfica 2*).



Gráfica 2. Distribución según grado de degeneración articular en radiografía en carga.

4. RESONANCIA MAGNÉTICA

En un segundo paso, se analizan los **datos de la RM** como se ha descrito anteriormente. Según el informe radiológico, se describen el grado de degeneración del cartílago en los diferentes compartimentos, resultando:

- 24 casos (40,7%) con cartílago sin afectación alguna en ningún compartimento.

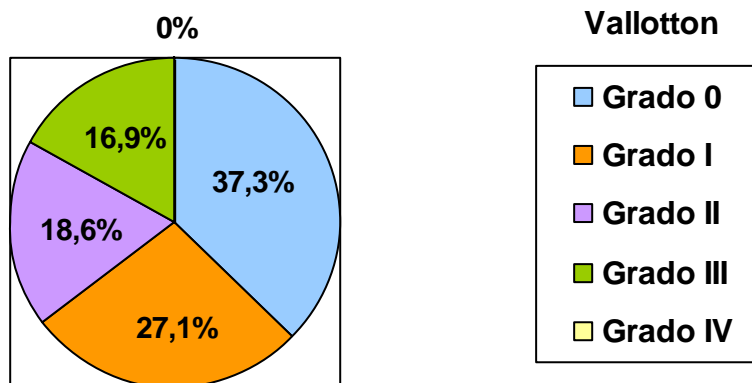
- *Compartimento femoropatelar*: grado leve en 11 casos, moderado en 9 y avanzado en 3 casos.

- *Compartimento lateral*: leve en 1 caso, moderado en 3 casos y avanzado en 2 casos.

- *Compartimento medial*: leve en 6 casos, moderado en 8 casos y avanzado en 3 casos, no habiendo afectación del CI en 42 casos.

- 9 casos con afectación de dos compartimentos y 3 con afectación de los tres compartimentos.

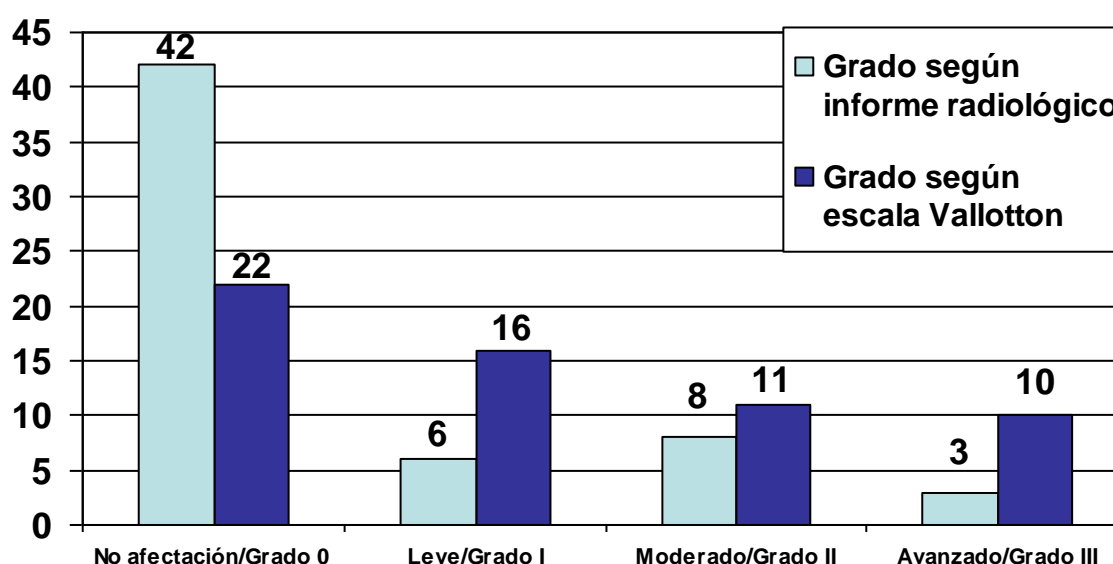
Paralelamente, se define el grado de afectación, centrándonos en el *compartimento medial*, según la clasificación de Vallotton: 22 casos (37,3%) grado 0, 16 casos (27,1%) grado I, 11 casos (18,6%) grado II y 10 casos (16,9%) grado III, no existiendo ningún caso clasificado como grado IV. La mediana corresponde al grado I (*Gráfica 3*).



Gráfica 3. Distribución según grado de degeneración articular en RM (compartimento medial).

5. CORRELACIÓN RADIOGRAFÍA EN CARGA Y RESONANCIA MAGNÉTICA

La correlación entre el grado de afectación del compartimento interno definido en el informe radiológico y el grado de la escala de Vallotton resultante supone un grado de exactitud de 0,576 (57,6%), con un índice de concordancia $Kappa=0,37$ ($p<0,001$) que es significativo pero bajo. Analizando los resultados según el test de simetría de Mc-Nemar ($p<0,001$), se puede afirmar que las discrepancias no se explican sólo por azar. Se observa así que el resultado del informe radiológico tiende a infravalorar la afectación del compartimento medial (en todos los grupos, salvo en el más avanzado, hay casos con grado mayor de Vallotton que el que correspondería según lo definido por el informe). O lo que es lo mismo, que la escala de Vallotton puntúa más alto (Gráfica 4).

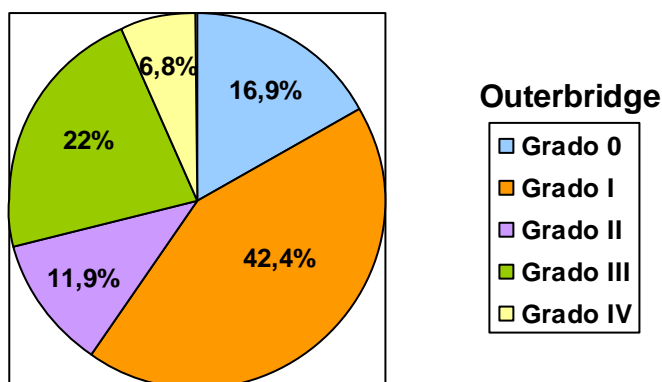


Gráfica 4. Comparación de la distribución según grado de degeneración articular en RM (en el compartimento interno).

6. VALORACIÓN ARTROSCÓPICA

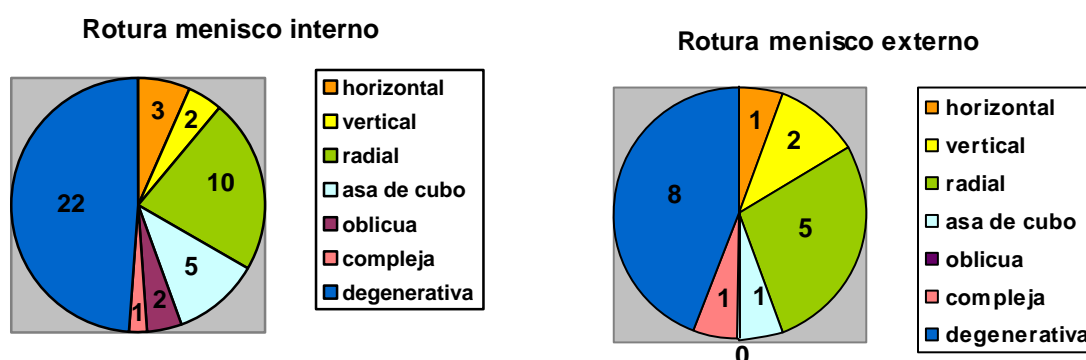
En cuanto a la **valoración artroscópica**, encontramos los siguientes grados de afectación:

- 10 casos de no afectación de cartílago en ningún compartimento.
- *Compartimento femoropatelar*: grado 0 en 16 casos (27,1%), grado I en 18 casos (30,5%), grado II en 11 casos (18,6%), grado III en 12 casos (20,3%) y grado IV en 2 casos (3,4%).
- *Compartimento lateral*: grado 0 en 41 casos (69,4%), grado I en 5 casos (8,5%), grado II en 5 casos (8,5%), grado III en 5 casos (8,5%) y grado IV en 3 casos (5,1%).
- *Compartimento medial*: grado 0 en 10 casos (16,9%), grado I en 25 casos (42,4%), grado II en 7 casos (11,9%), grado III en 13 casos (22%) y grado IV en 4 casos (6,8%) (*Gráfica 5*).
- 26 casos con afectación de dos compartimentos y 15 con afectación de los tres compartimentos.



Gráfica 5. Distribución según grado de degeneración articular en artroscopia (compartimento medial).

Otra información que también proporciona el estudio de la RM y artroscopia es la **afectación meniscal**. En 45 rodillas se describe una rotura de MI (3 casos de rotura longitudinal horizontal, 2 de rotura longitudinal vertical, 10 de rotura radial, 5 de rotura en asa de cubo, 2 de rotura oblicua, 1 de rotura compleja, 22 rotura degenerativa). En 18 rodillas está descrita una rotura de ME (1 caso de rotura longitudinal horizontal, 2 de rotura longitudinal vertical, 5 de rotura radial, 1 de rotura en asa de cubo, 1 de rotura compleja, 8 de rotura degenerativa). La muestra de cada tipo de rotura es pequeña, por lo que se establecen dos grupos: Normal (ausencia de rotura meniscal) y Patológico (presencia de algún tipo de rotura meniscal), para su estudio posterior (*Gráfica 6*).



Gráfica 6. Distribución de tipo de rotura meniscal diagnosticada por artroscopia.

Otras lesiones evaluadas son las **lesiones de ligamentos cruzados**, existiendo 2 casos de rotura parcial de LCA y rotura completa en 4 casos (confirmados con artroscopia). Debido a la muestra limitada, se establecen también dos grupos: Normal (ausencia de afectación de LCA) y Patológico (rotura parcial o completa de LCA).

VI. B. OBJETIVO PRIMARIO

1. CORRELACIÓN DE RADIOGRAFÍA EN CARGA Y RESONANCIA MAGNÉTICA CON PATRÓN ORO

La precisión diagnóstica de cada método para la patología degenerativa de cartílago se calcula en comparación con el patrón oro o GS (artroscopia). Así, para la radiografía en carga el grado de exactitud diagnóstica es de **0,423** y para la RM es de **0,491**. Realizando el análisis con el test de Wilcoxon, se observa que las discrepancias para el grado diagnóstico tienden a sobrevalorarlo en la radiografía en carga, sin ser este dato estadísticamente significativo ($p=0,258$) (*Tabla 4 y Tabla 6*). En la RM ocurre lo contrario, tienden a infravalorar el grado diagnóstico (*Tabla 5*), siendo en este caso estadísticamente significativo ($p=0,001$) (*Tabla 6*).

El índice *Kappa* puntual estadísticamente es una medida adecuada para comparar el valor diagnóstico de ambas pruebas. En este estudio obtenemos un índice *Kappa*=0,251 para la Rx y un índice *Kappa*=0,333 para la RM, que resulta por tanto mayor para ésta última. Aún así, el intervalo de confianza 95% de ambos índices se solapan (índice *Kappa* en la radiografía = 0,251 IC 95% [0,0863-0,4156] e índice *Kappa* en la RM = 0,333 IC 95% [0,1722-0,4937]), lo que significa que podrían coincidir ambos índices, por lo que en este caso no resultan muy indicativos para comparar el valor diagnóstico de ambas pruebas, y por ello se considera más adecuado utilizar el grado de exactitud.

Tabla de contingencia

			GS OUTERBRIDGE CI					Total
			0	1	2	3	4	
rx KELLGREN-LAWRENCE	0	Recuento	6	2	0	0	0	8
		% dentro de GS OUTERBRIDGE CI	60,0%	8,0%	0,0%	0,0%	0,0%	13,6%
		% del total	10,2%	3,4%	0,0%	0,0%	0,0%	13,6%
	1	Recuento	3	10	3	1	2	19
		% dentro de GS OUTERBRIDGE CI	30,0%	40,0%	42,9%	7,7%	50,0%	32,2%
		% del total	5,1%	16,9%	5,1%	1,7%	3,4%	32,2%
	2	Recuento	1	11	2	5	0	19
		% dentro de GS OUTERBRIDGE CI	10,0%	44,0%	28,6%	38,5%	0,0%	32,2%
		% del total	1,7%	18,6%	3,4%	8,5%	0,0%	32,2%
	3	Recuento	0	1	1	5	0	7
		% dentro de GS OUTERBRIDGE CI	0,0%	4,0%	14,3%	38,5%	0,0%	11,9%
		% del total	0,0%	1,7%	1,7%	8,5%	0,0%	11,9%
	4	Recuento	0	1	1	2	2	6
		% dentro de GS OUTERBRIDGE CI	0,0%	4,0%	14,3%	15,4%	50,0%	10,2%
		% del total	0,0%	1,7%	1,7%	3,4%	3,4%	10,2%
Total	Recuento	10	25	7	13	4	59	
	% dentro de GS OUTERBRIDGE CI	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	
	% del total	16,9%	42,4%	11,9%	22,0%	6,8%	100,0%	

Tabla 4. Relación entre grado de degeneración en radiografía y en artroscopia.

rx: Radiografía; GS: Gold Standard; CI: Compartimento Interno. En rojo: casos de exactitud diagnóstica. En amarillo: casos sobrevalorados por la radiografía.

			GS OUTERBRIDGE CI					Total
			0	1	2	3	4	
RM Vallotton(CI)	0	Recuento	9	12	0	1	0	22
		% dentro de GS OUTERBRIDGE CI	90,0%	48,0%	0,0%	7,7%	0,0%	37,3%
		% del total	15,3%	20,3%	0,0%	1,7%	0,0%	37,3%
	1	Recuento	1	9	2	2	2	16
		% dentro de GS OUTERBRIDGE CI	10,0%	36,0%	28,6%	15,4%	50,0%	27,1%
		% del total	1,7%	15,3%	3,4%	3,4%	3,4%	27,1%
	2	Recuento	0	4	4	3	0	11
		% dentro de GS OUTERBRIDGE CI	0,0%	16,0%	57,1%	23,1%	0,0%	18,6%
		% del total	0,0%	6,8%	6,8%	5,1%	0,0%	18,6%
	3	Recuento	0	0	1	7	2	10
		% dentro de GS OUTERBRIDGE CI	0,0%	0,0%	14,3%	53,8%	50,0%	16,9%
		% del total	0,0%	0,0%	1,7%	11,9%	3,4%	16,9%
Total	Recuento	10	25	7	13	4	59	
	% dentro de GS OUTERBRIDGE CI	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	
	% del total	16,9%	42,4%	11,9%	22,0%	6,8%	100,0%	

Tabla 5. Relación entre grado de degeneración en RM y en artroscopia. GS: Gold Standard; CI: Compartimento Interno. En rojo: casos de exactitud diagnóstica. En amarillo: casos infravalorados por la RM.

Test Statistics^a

	GS OUTERBRIDGE CI- rx KELLGREN-LWRENCE	GS OUTERBRIDGE CI-RM Vallotton (CI)
Z	-1,130 ^b	-3,422 ^c
Asymp. Sig. (2-tailed)	.258	.001

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on positive ranks.

c. Based on negative ranks.

Tabla 6. Significación estadística de las discrepancias del grado diagnóstico. GS: Gold Standard rx: Radiografía; CI: Compartimento Interno.

2. AGRUPACIONES CUALITATIVAS (PATOLÓGICO vs NORMAL)

Para poder hacer un análisis estadístico más completo y preciso, agrupamos los grados obteniendo dos grupos codificados como grupo “Normal” (grados 0-I) y grupo “Patológico” (grados II-III-IV), válidos para clasificación en radiografía, RM y artroscopia. Esta agrupación se considera la más adecuada para el fin del estudio tras analizar otras opciones, como se puntualiza más adelante, y está basada en su uso en otros estudios previos (60).

De esta forma, podemos hallar los diferentes parámetros de validez diagnóstica de cada una de las pruebas complementarias con respecto a la artroscopia.

La radiografía en carga presenta una **sensibilidad del 75%** y **especificidad del 60%**. En cuanto a los parámetros de validez externa, presenta un valor predictivo positivo de 56,3% y valor predictivo negativo de 77,8%. El **grado de exactitud** contrastado con la artroscopia es de 0,661 (**66,1%**) (Tabla 7).

	DEGENERACIÓN DE CARTÍLAGO ARTICULAR		TOTAL
	ARTROSCOPIA + (PATOLÓGICO)	ARTROSCOPIA - (NORMAL)	
RADIOGRAFÍA EN CARGA + (PATOLÓGICO)	18	14	32
RADIOGRAFÍA EN CARGA - (NORMAL)	6	21	27
TOTAL	24	35	59

		IC 95%
Sensibilidad	75,0%	55,1% a 88,0%
Especificidad	60,0%	43,6% a 74,4%
Valor predictivo positivo	56,3%	39,3% a 71,8%
Valor predictivo negativo	77,8%	59,2% a 89,4%
Proporción de falsos positivos	40,0%	25,6% a 56,4%
Proporción de falsos negativos	25,0%	12,0% a 44,9%
Exactitud	66,1%	53,4% a 76,9%
Odds ratio diagnóstica	4,50	1,43 a 14,14
Índice J de Youden	0,4	
CPP o LR(+)	1,88	1,18 a 2,99
CPN o LR(-)	0,42	0,20 a 0,88
Probabilidad pre-prueba (Prevalencia)	40,7%	

Tabla 7. Tabla de contingencia y parámetros de validez diagnóstica de la radiografía en carga.

En el caso de la RM, la **sensibilidad es de 70,8%** y la **especificidad de 88,6%**, valor predictivo positivo de 81% y valor predictivo negativo de 81,6%. El **grado de exactitud** es de 0,814 (**81,4%**), mayor que el de la radiografía (*Tabla 8*).

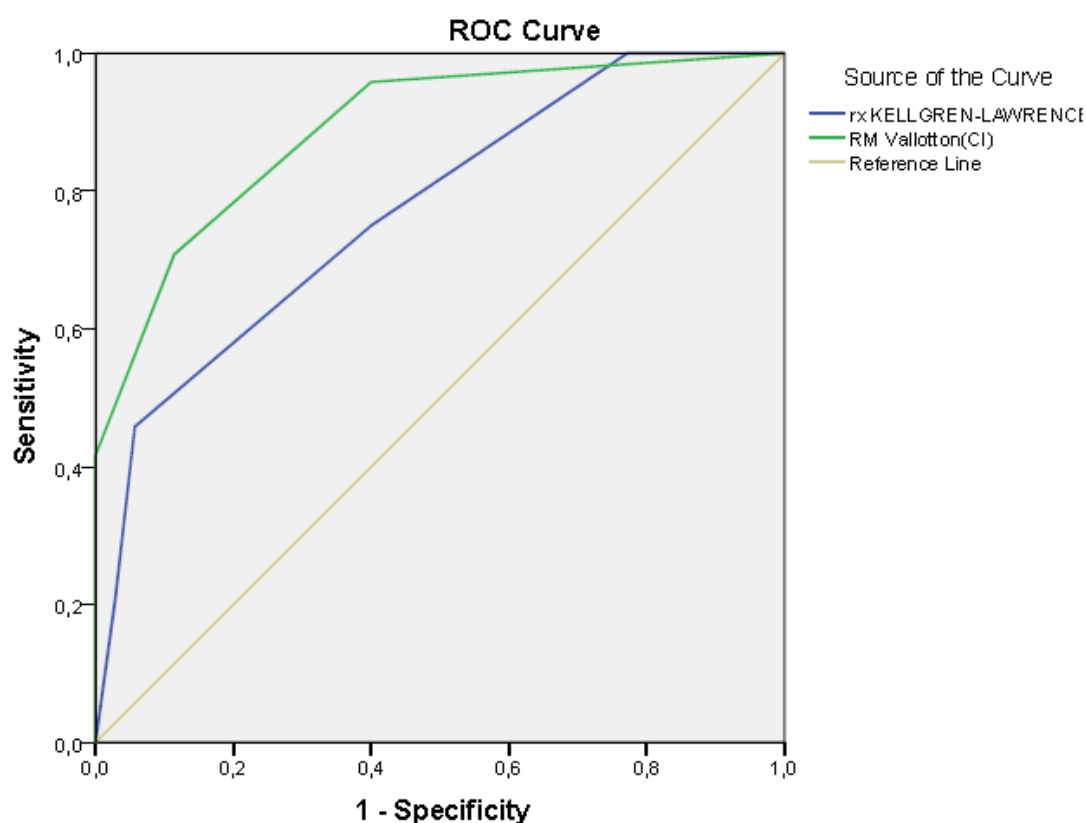
	DEGENERACIÓN DE CARTILAGO ARTICULAR		TOTAL
	ARTROSCOPIA + (PATOLÓGICO)	ARTROSCOPIA – (NORMAL)	
RM + (PATOLÓGICO)	17	4	21
RM – (NORMAL)	7	31	38
TOTAL	24	35	59

		IC 95%
Sensibilidad	70,8%	50,8% a 85,1%
Especificidad	88,6%	74,0% a 95,5%
Valor predictivo positivo	81,0%	60,0% a 92,3%
Valor predictivo negativo	81,6%	66,6% a 90,8%
Proporción de falsos positivos	11,4%	4,5% a 26,0%
Proporción de falsos negativos	29,2%	14,9% a 49,2%
Exactitud	81,4%	69,6% a 89,3%
Odds ratio diagnóstica	18,82	4,81 a 73,59
Índice J de Youden	0,6	
CPP o LR(+)	6,20	2,38 a 16,14
CPN o LR(-)	0,33	0,17 a 0,63
Probabilidad pre-prueba (Prevalencia)	40,7%	

Tabla 8. Tabla de contingencia y parámetros de validez diagnóstica de la RM.

Así mismo, la gráfica que compara la sensibilidad y especificidad para radiografía en carga y RM con diferentes umbrales de detección de cada prueba, hallando el valor con mayor sensibilidad manteniendo una buena especificidad, revela un área bajo la curva mayor para la RM (0,890 frente a 0,773 de la radiografía) con una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,001$). Esto se

traduce en que ambas pruebas tienen una capacidad predictiva de alto grado, algo mayor para la RM (Gráfica 7).



Area Under the Curve

Test Result Variable(s)	Area	Std. Error	Asymptotic Sig.	Asymptotic 95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
rx KELLGREN-LAWRENCE	,773	,062	,000	,653	,894
RM Vallotton(CI)	,890	,043	,000	,806	,974

Gráfica 7. Comparación gráfica de sensibilidad y especificidad con diferentes umbrales de detección de la prueba, para radiografía en carga y RM, que haya el valor con mayor sensibilidad manteniendo una buena especificidad. ROC: Curva de Características Operativas para el Receptor. En azul: datos de la radiografía en carga; En verde: datos de la RM; En naranja: significación estadística.

3. VALIDEZ DIAGNÓSTICA SEGÚN GRADO DE AFECTACIÓN

Analizando los datos estratificando por grados, se obtienen los siguientes parámetros en la radiografía en carga (*Gráfica 8*):

-Grado I.

Parámetros de validez interna: sensibilidad del 40% y especificidad del 73,5%.

Parámetros de validez externa: valor predictivo positivo 52,6% y valor predictivo negativo 62,5%.

Grado de exactitud: 0,593 (59,3%).

-Grado II.

Parámetros de validez interna: sensibilidad del 28,6% y especificidad del 67,3%.

Parámetros de validez externa: valor predictivo positivo 10,5% y valor predictivo negativo 87,5%.

Grado de exactitud: 0,627 (62,7%).

-Grado III.

Parámetros de validez interna: sensibilidad del 38,5% y especificidad del 95,7%.

Parámetros de validez externa: valor predictivo positivo 71,4% y valor predictivo negativo 84,6%.

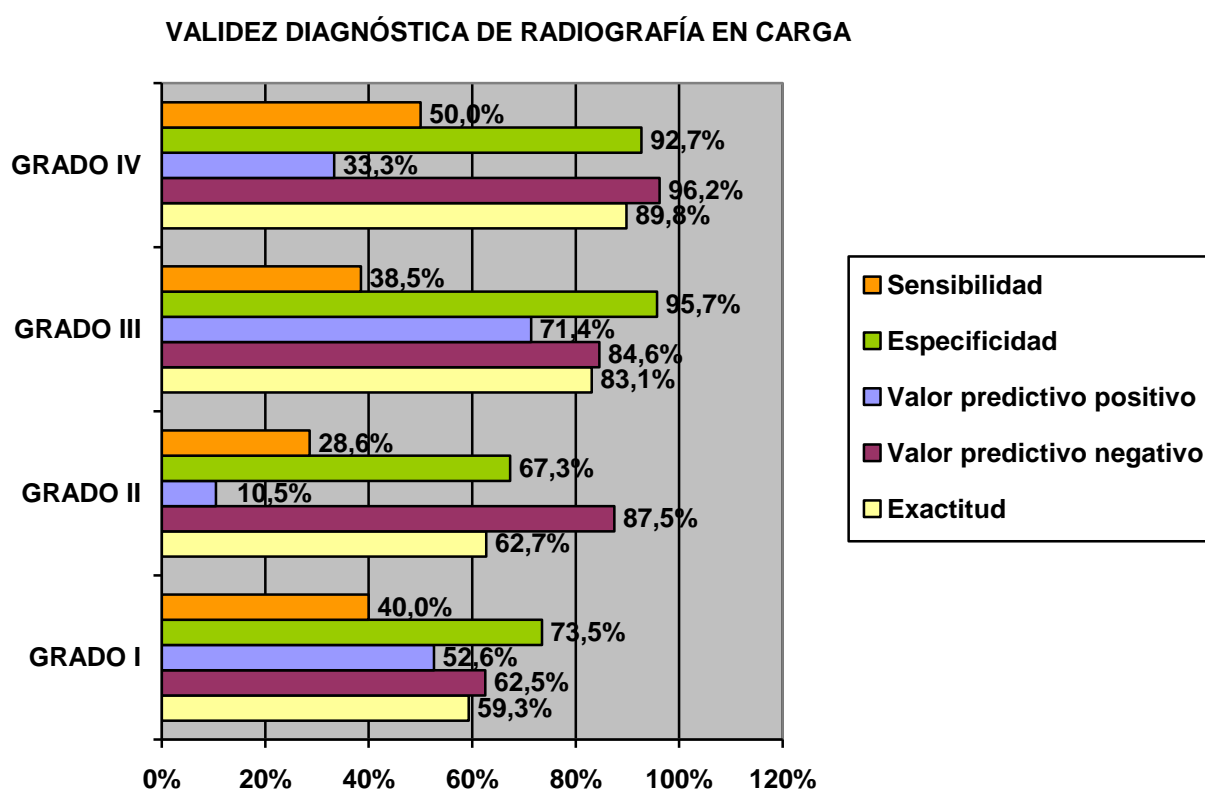
Grado de exactitud: 0,831 (83,1%).

-Grado IV.

Parámetros de validez interna: sensibilidad del 50% y especificidad del 92,7%.

Parámetros de validez externa: valor predictivo positivo 33,3% y valor predictivo negativo 96,2%.

Grado de exactitud: 0,898 (89,8%).



Gráfica 8. Parámetros de validez diagnóstica de la radiografía en carga estratificado por grados.

En la radiografía se observa que la sensibilidad es mayor para el grado IV y aceptable para el grado III, y la especificidad, al igual que el grado de exactitud, son destacablemente mayores en los grados III y IV. En cuanto a los parámetros

de validez externa (valor predictivo positivo y negativo), los valores más aceptables corresponden al grado III.

En la RM, obtenemos estos datos estratificando por grados (*Gráfica 9*):

-Grado I.

Parámetros de validez interna: sensibilidad del 36% y especificidad del 79,4%.

Parámetros de validez externa: valor predictivo positivo 56,3% y valor predictivo negativo 62,8%.

Grado de exactitud: 0,61 (61%).

-Grado II.

Parámetros de validez interna: sensibilidad del 57,1% y especificidad del 86,5%.

Parámetros de validez externa: valor predictivo positivo 36,4% y valor predictivo negativo 93,8%.

Grado de exactitud: 0,831 (83,1%).

-Grado III.

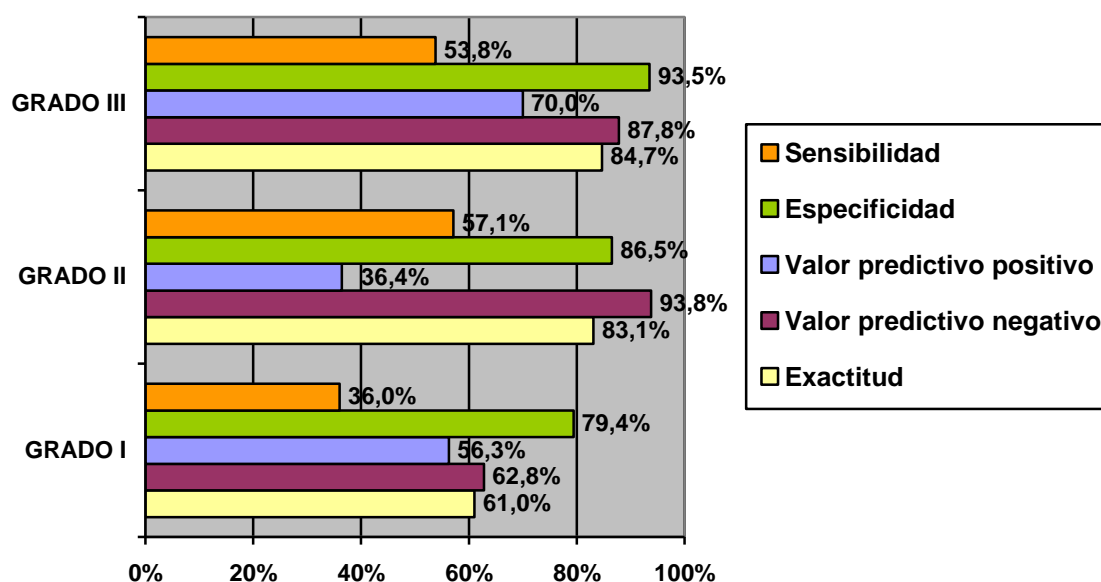
Parámetros de validez interna: sensibilidad del 53,8% y especificidad del 93,5%.

Parámetros de validez externa: valor predictivo positivo 70% y valor predictivo negativo 87,8%.

Grado de exactitud: 0,847 (84,7%).

-Grado IV. No hay casos diagnosticados de grado IV.

VALIDEZ DIAGNÓSTICA DE LA RM



Gráfica 9. Parámetros de validez diagnóstica de la RM estratificado por grados.

En la RM, se observa que la sensibilidad es mayor para los grados II y III, y la especificidad es igualmente mayor para estos grados. En cuanto a los parámetros de validez externa, los niveles más aceptables corresponden al grado III. El grado de exactitud mejora a medida que aumenta el grado de degeneración.

4. VALIDEZ DIAGNÓSTICA CONJUNTA DE RADIOGRAFÍA EN CARGA Y RESONANCIA MAGNÉTICA

Posteriormente se estudian los resultados de la radiografía y la RM juntas (Rx+RM), comparado con los datos aislados de cada una de ellas. Se analiza estadísticamente la precisión diagnóstica de Rx+RM comparado con el GS mediante regresión logística, resultando que en presencia de la RM (que representa una $p < 0,001$, significativa) la radiografía en carga no añade información (la Rx representa una $p = 0,520$, no es significativo el resultado de la radiografía sumado al de la RM) (*Tabla 9*). Si analizásemos Rx+RM estratificada por grados, la muestra probablemente sería demasiado pequeña y podría reflejar datos erróneos, por lo que no se realiza este análisis.

Dependent Variable Encoding		Categorical Variables Codings			
			Frequency	Parameter coding (1)	
Original Value	Internal Value	RM Vallotton(CI) agrupada	0-1 2-3-4	38 21	,000 1,000
0-1	0	rx KELLGREN-LAWRENCE agrupado	0-1 2-3-4	27 32	,000 1,000
2-3-4	1				

Variables in the Equation								
	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% C.I. for EXP(B)	
							Lower	Upper
Step 1 ^a rKELL(1)	,471	,732	,414	1	,520	1,602	,382	6,722
rVALL(1)	2,730	,752	13,173	1	,000	15,327	3,510	66,933
Constant	-1,678	,529	10,079	1	,002	,187		

a. Variable(s) entered on step 1: rKELL, rVALL.

Tabla 9. Datos del análisis según Regresión Logística de Rx+RM versus GS. En azul: significación estadística del valor predictivo que se añade con la radiografía en carga. En verde: significación estadística del valor predictivo que se añade con la RM.

5. OTRAS OPCIONES DE AGRUPACIÓN BIMODAL (NORMAL/PATOLÓGICO)

Se analizan también los datos para la radiografía en caso de haber agrupado los grados de forma diferente: grupo “Normal” (grados 0-I-II) y grupo “Patológico” (grados III-IV). Comparando con los resultados anteriormente descritos, se obtiene una sensibilidad de 45,8% (frente al 75%), especificidad de 94,3% (frente al 60%), valor predictivo positivo de 84,6% (frente a 56,3%) y valor predictivo negativo de 71,7% (frente a 77,8%) (*Tablas 10 y 11*). De esta forma, incluyendo el grado II dentro del grupo “Normal”, la sensibilidad resulta demasiado baja. Igualmente, al comparar estos datos con la precisión diagnóstica de Rx+RM, sigue sin haber significación estadística para la radiografía en carga (en presencia de la RM, que representa una $p < 0,001$ significativa, la radiografía en carga no añade información, ya que representa una $p = 0,115$ no significativa), pero además con un intervalo de confianza demasiado grande (IC 95% [0,690-30,319]) que no sería aceptable (*Tabla 12*). Por todo ello, consideramos más adecuada la primera forma de agrupación.

		GS OUTERBRIDGE CI AGRUPADO		TOTAL
		0-1	2-3-4	
rx KELLGREN-LAWRENCE AGRUPADO	Pacientes	21	6	27
	% rx KELLGREN-LAWRENCE AGRUPADO	VP-=77,78%	22,2%	100,0%
	% GS OUTERBRIDGE CI AGRUPADO	E=60%	25,0%	45,8%
	Pacientes	14	18	32
	% rx KELLGREN-LAWRENCE AGRUPADO	43,8%	VP+=56,25%	100,0%
	% GS OUTERBRIDGE CI AGRUPADO	40,0%	S=75%	54,2%
Total	Pacientes	35	24	59
	% rx KELLGREN-LAWRENCE AGRUPADO	59,3%	40,7%	100,0%
	% GS OUTERBRIDGE CI AGRUPADO	100,0%	100,0%	100,0%

Tabla 10. Parámetros de validez diagnóstica de la radiografía en carga según agrupación inicial de los grados. S: sensibilidad; E: especificidad; VP+: valor predictivo positivo; VP-: valor predictivo negativo; rx: radiografía; GS: gold standard; CI: compartimento interno.

		GS OUTERBRIDGE CI AGRUPADO		TOTAL
		0-1	2-3-4	
r2 KELLGREN-LAWRENCE AGRUPADO	Pacientes	33	13	46
	% r2 KELLGREN-LAWRENCE AGRUPADO	VP-=71,7%	28,3%	100,0%
	% GS OUTERBRIDGE CI AGRUPADO	E=94,3%	54,2%	78,0%
	Pacientes	2	11	13
	% r2 KELLGREN-LAWRENCE AGRUPADO	15,4%	VP+=84,6%	100,0%
	% GS OUTERBRIDGE CI AGRUPADO	5,7%	S=45,8%	22,0%
Total	Pacientes	35	24	59
	% r2 KELLGREN-LAWRENCE AGRUPADO	59,3%	40,7%	100,0%
	% GS OUTERBRIDGE CI AGRUPADO	100,0%	100,0%	100,0%

Tabla 11. Parámetros de validez diagnóstica de la radiografía en carga según agrupación alternativa de los grados. S: sensibilidad; E: especificidad; VP+: valor predictivo positivo; VP-: valor predictivo negativo; r2: radiografía agrupación alternativa; GS: gold standard; CI: compartimento interno.

Categorical Variable Encoding

		Frequency	Parameter coding (1)
RM Vallotton (CI)	0-1	38	,000
agrupada	2-3-4	21	1,000
r2 KELLGREN-	0-1-2	46	,000
LAWRENCE agrupado	3-4	13	1,000

Variables in the Equation

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% C.I. for EXP (B)	
							Lower	Upper
Step 1 ^a rKELL (1)	1,520	,965	2,480	1	,115	4,573	,690	30,319
rVALL (1)	2,429	,744	10,666	1	,001	11,352	2,642	48,781
Constant	-1,601	,434	13,600	1	,000	,202		

^a Variable(s) entered on step 1:r2KELL, rVALL

Tabla 12. Datos del análisis según Regresión Logística de Rx+RM versus GS, según agrupación alternativa de los grados de la radiografía. *En azul: significación estadística del valor predictivo que se añade con la radiografía en carga y su intervalo de confianza 95%. En verde: significación estadística del valor predictivo que se añade con la RM.*

VI. C. OBJETIVOS SECUNDARIOS

1. INFLUENCIA DE LOS ANTECEDENTES TRAUMÁTICOS Y/O QUIRÚRGICOS

1.A. Antecedentes traumáticos y/o quirúrgicos y grado radiológico

En respuesta al primer objetivo secundario de esta tesis, si la existencia de antecedentes traumáticos/quirúrgicos en la rodilla se traduce en un mayor grado de Kellgren-Lawrence, no se puede afirmar con los resultados de este estudio.

Obtenemos que de los 11 casos con estos antecedentes, 6 casos (54,5%) presentan un grado de Kellgren-Lawrence ≥ 2 , siendo la mediana=2. Así mismo, de los 48 casos que no presentan estos antecedentes traumáticos/quirúrgicos, 26 (54,1%) presentan un grado de Kellgren-Lawrence ≥ 2 , lo cual es un dato similar. Utilizando el test estadístico de Mann-Whitney para el análisis de estos resultados, se obtiene una relación que no resulta estadísticamente significativa ($p=0,709$) (Tablas 13, 14 y 15).

Existencia Antecedentes personales * rx KELLGREN-LAWRENCE Crosstabulation								
			rx KELLGREN-LAWRENCE					Total
			0	1	2	3	4	
Existencia Antecedentes personales	no	Count	7	15	14	6	6	48
		% within rx KELLGREN-LAWRENCE	87,5%	78,9%	73,7%	85,7%	100,0%	81,4%
	si	Count	1	4	5	1	0	11
		% within rx KELLGREN-LAWRENCE	12,5%	21,1%	26,3%	14,3%	0,0%	18,6%
Total		Count	8	19	19	7	6	59
		% within rx KELLGREN-LAWRENCE	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Tabla 13.

Case Summaries

rx KELLGREN-LAWRENCE

Existencia Antecedentes personales	Mean	Std. Deviation	Median	Minimum	Maximum	N
no	1,77	1,225	2,00	0	4	48
si	1,55	,820	2,00	0	3	11
Total	1,73	1,157	2,00	0	4	59

Tabla 14.

Test Statistics^a

	rx KELLGREN- LAWRENCE
Mann-Whitney U	245,500
Wilcoxon W	311,500
Z	-.374
Asymp. Sig. (2-tailed)	.709

a. Grouping Variable: Existencia Antecedentes personales

Tabla 15.

Tabla 13. Tabla de datos de existencia o ausencia de antecedentes personales en cada grado de la radiografía en carga.

Tabla 14. Medidas de localización.

Tabla 15. Resultados estadísticos según test Mann-Whitney. En azul: significación estadística.

1.B. Antecedentes traumáticos y/o quirúrgicos y grado artroscópico

En el caso del grado de Outerbridge en el compartimento medial y analizándolo con el mismo test, la relación con antecedentes traumáticos/quirúrgicos tampoco resulta estadísticamente significativa ($p=0,736$) (Tablas 16, 17 y 18).

Existencia Antecedentes personales * GS OUTERBRIDGE CI Crosstabulation

			GS OUTERBRIDGE CI					Total
			0	1	2	3	4	
Existencia Antecedentes personales	no	Count	8	21	6	10	3	48
		% within GS OUTERBRIDGE CI	80,0%	84,0%	85,7%	76,9%	75,0%	81,4%
	si	Count	2	4	1	3	1	11
		% within GS OUTERBRIDGE CI	20,0%	16,0%	14,3%	23,1%	25,0%	18,6%
Total		Count	10	25	7	13	4	59
		% within GS OUTERBRIDGE CI	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Tabla 16.

Case Summaries

GS OUTERBRIDGE CI

Existencia Antecedentes personales	Mean	Std. Deviation	Median	Minimum	Maximum	N
no	1,56	1,183	1,00	0	4	48
si	1,73	1,348	1,00	0	4	11
Total	1,59	1,205	1,00	0	4	59

Tabla 17.

Test Statistics^a

	GS OUTERBRIDGE CI
Mann-Whitney U	247,500
Wilcoxon W	1.423,500
Z	-.337
Asymp. Sig. (2-tailed)	.736

a. Grouping Variable: Existencia Antecedentes personales

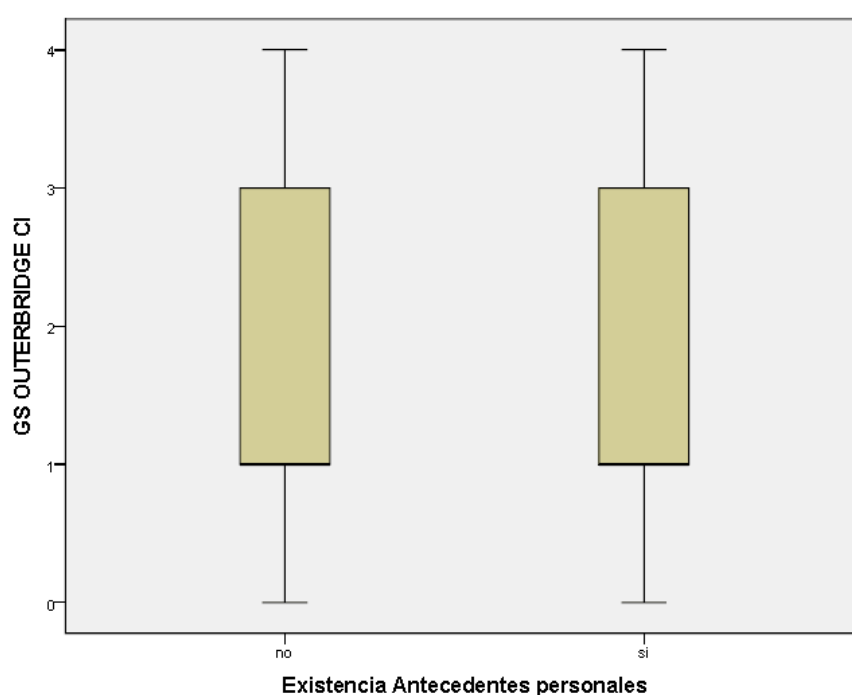
Tabla 18.

Tabla 16. Tabla de datos de existencia o ausencia de antecedentes personales en cada grado de la artroscopia.

Tabla 17. Medidas de localización.

Tabla 18. Resultados estadísticos según test Mann-Whitney. En azul: significación estadística.

Por lo tanto, se puede afirmar que la distribución del grado radiológico y del grado artroscópico de degeneración del cartílago no varía en relación a los antecedentes traumáticos/quirúrgicos (*Gráfica 10*).



Gráfica 10. Relación del grado de degeneración de cartílago según la artroscopia con la existencia o ausencia de antecedentes personales. No se observan diferencias.

2. CORRELACIÓN DE LA ANCHURA DE LA INTERLÍNEA ARTICULAR MEDIAL CON EL GRADO DIAGNÓSTICO

El estudio de la relación de la distancia del espacio articular del compartimento interno en la radiografía en carga con el grado de degeneración articular en las diferentes pruebas, se realiza mediante el test no paramétrico Rho de Spearman. Se observa que a menor espacio articular el grado de

Kellgren-Lawrence, Vallotton y Outerbridge es mayor, con una correlación por lo tanto inversa y estadísticamente significativa ($p<0,001$), observándose un coeficiente de correlación más fuerte para la radiografía en carga, aunque en cifras similares (-0,687 frente a -0,471 y -0,500) (Tabla 19).

Correlations			rx KELLGREN-LAWRENCE	RM Vallotton (CI)	GS OUTERBRIDGE CI	espacio CI
Spearman's rho	rx KELLGREN-LAWRENCE	Correlation Coefficient	1,000	,603**	,583**	-,687**
		Sig. (2-tailed)	.	,000	,000	,000
		N	59	59	59	59
	RM Vallotton(CI)	Correlation Coefficient	,603**	1,000	,707**	-,471**
		Sig. (2-tailed)	,000	.	,000	,000
		N	59	59	59	59
	GS OUTERBRIDGE CI	Correlation Coefficient	,583**	,707**	1,000	-,500**
		Sig. (2-tailed)	,000	,000	.	,000
		N	59	59	59	59
	espacio CI	Correlation Coefficient	-,687**	-,471**	-,500**	1,000
		Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	.
		N	59	59	59	59

Tabla 19. Correlación de la medida del espacio articular y el grado de Kellgren-Lawrence, Vallotton y Outerbridge. En amarillo: coeficiente de correlación y significación estadística de la radiografía en carga; En verde: coeficiente de correlación y significación estadística de RM; En azul: coeficiente de correlación y significación estadística de la artroscopia.

3. SIGNIFICACIÓN RADIOLÓGICA Y CLÍNICA DE LA ANCHURA DE LA INTERLÍNEA MEDIAL

Se realiza también un análisis estadístico estratificado en dos grupos de la disminución del espacio articular en la radiografía en carga. Según el estudio de *Spahn et al*, consideramos significativo un espacio en CI menor de 5mm (<5mm), por ser definido como uno de los factores de riesgo de mala evolución de la patología degenerativa del cartílago articular de la rodilla (3). 34 pacientes tienen un CI menor de <5 mm con una media de 2,29 mm (mediana =2) de anchura de espacio articular medial.

El grupo de espacio articular medial <5mm en la radiografía en carga, en relación a los grados de Kellgren-Lawrence, Vallotton y Outerbridge, es analizado según la prueba U de Mann-Whitney. La distribución de esos tres parámetros difieren significativamente ($p<0,001$, $p=0,005$ y $p=0,001$, respectivamente), con respecto al grupo ≥ 5 mm (Tablas 20, 21 y 22).

Case Summaries

	rEspCI	Mean	Std. Deviation	Median	Minimum	Maximum	N
rx KELLGREN-LAWRENCE	<5	2,29	,970	2,00	1	4	34
	≥ 5	,96	,935	1,00	0	4	25
	Total	1,73	1,157	2,00	0	4	59
RM Vallotton(CI)	<5	1,50	1,135	1,00	0	3	34
	≥ 5	,68	,900	,00	0	3	25
	Total	1,15	1,111	1,00	0	3	59
GS OUTERBRIDGE CI	<5	2,00	1,073	2,00	1	4	34
	≥ 5	1,04	1,172	1,00	0	4	25
	Total	1,59	1,205	1,00	0	4	59

Tabla 20.

Ranks

	rEspCI	N	Mean Rank	Sum of Ranks
rx KELLGREN-LAWRENCE	<5	34	38,63	1.313,50
	≥ 5	25	18,26	456,50
	Total	59		
RM Vallotton(CI)	<5	34	35,16	1.195,50
	≥ 5	25	22,98	574,50
	Total	59		
GS OUTERBRIDGE CI	<5	34	36,04	1.225,50
	≥ 5	25	21,78	544,50
	Total	59		

Tabla 21.

Test Statistics^a

	rx KELLGREN-LAWRENCE	RM Vallotton (CI)	GS OUTERBRIDGE CI
Mann-Whitney U	131,500	249,500	219,500
Wilcoxon W	456,500	574,500	544,500
Z	-4,673	-2,811	-3,311
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	,005	,001

a. Grouping Variable: rEspCI

Tabla 22.

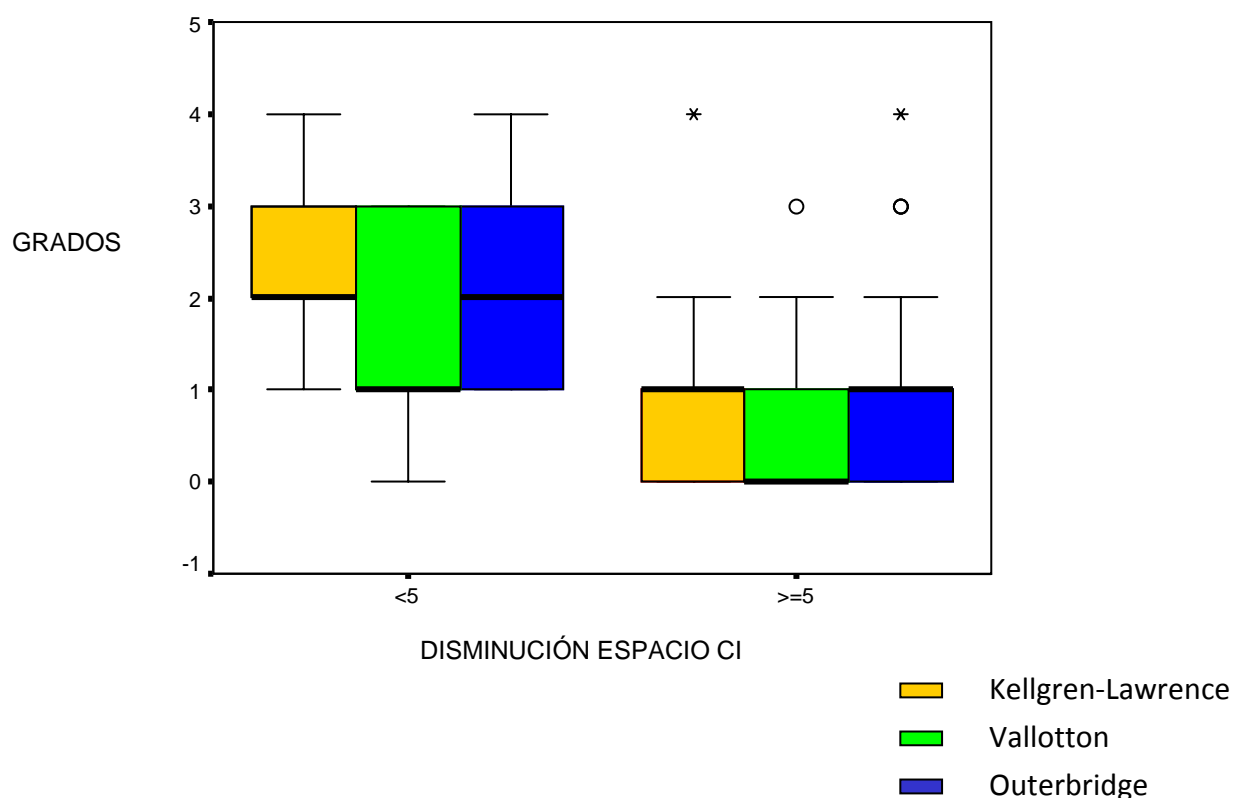
Estudio comparativo de la distribución de grados en radiografía en carga, RM y artroscopia, según espacio articular medial estratificado en dos grupos. CI: *compartimento interno*; rEspCI: *disminución de espacio del compartimento interno*.

Tabla 20. Medidas de localización.

Tabla 21 y 22. Datos y análisis estadístico según test de Mann-Whitney. En amarillo: significación estadística de la radiografía en carga; En verde: significación estadística de la RM; En azul: significación estadística de la artroscopia.

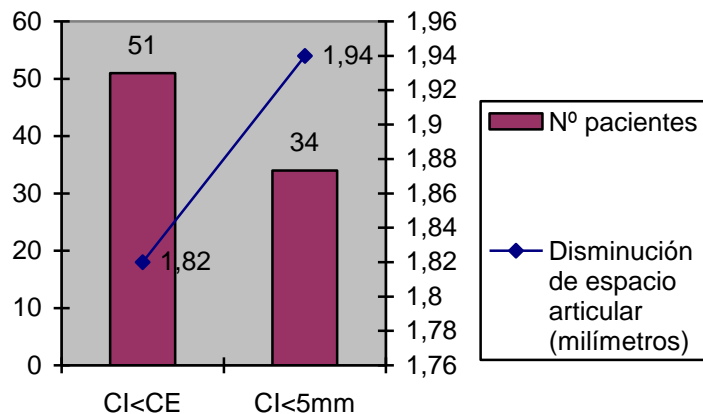
La gráfica representa (BOX-PLOT) la mediana, percentil 25 (p25), percentil 75 (p75), valor mínimo y máximo, observándose que el grupo <5mm presenta mayor grado de afectación (*Gráfica 11*).

Así, la mediana es mayor para el grupo <5mm en las tres clasificaciones (un grado mayor). Por ejemplo, en el grupo de radiografía en carga, el 50% de los que tienen espacio articular <5mm están por debajo del grado II de Kellgren-Lawrence y el 50% de los que tienen ≥ 5 mm están por debajo del grado I (lo que significa mayor grado en el grupo < 5mm).



Gráfica 11. Grados en radiografía en carga, RM y artroscopia según disminución de espacio de compartimento interno agrupado. Se representan mediana (línea más gruesa), valor mínimo y máximo, percentiles 25 y 75 de cada clasificación en cada grupo.

Por otra parte, se analiza la disminución relativa del espacio del CI, al compararlo con el CE de la misma rodilla. 51 pacientes presentan un CI disminuido con respecto al CE. Considerando estos pacientes, la media de disminución del espacio articular en el CI en la Rx es de 1,82 mm, si lo comparamos con el CE. Si estratificamos el grupo <5mm (que son 34 pacientes) y comparamos en cada paciente de ese grupo la disminución de espacio articular respecto al CE, la media de disminución es de 1,94 mm. Así, la disminución del espacio articular del CI con respecto al CE aumenta ligeramente si estratificamos el grupo <5mm (1,94 mm vs 1,82 mm) (*Gráfica 12*).



Gráfica 12. Comparación entre número de pacientes con disminución de espacio de compartimento interno con respecto a externo, en grupo simple y en grupo estratificado de casos de medida de compartimento interno menor de 5 milímetros. Se añade valor medio de disminución de espacio articular medial comparado con compartimento externo en cada grupo. *CI: compartimento interno; CE: compartimento externo; mm: milímetros.*

4. DIAGNÓSTICO CLÍNICO DE LAS ROTURAS MENISCALES

El diagnóstico clínico de rotura meniscal positiva previo a la realización de pruebas complementarias coincide con el resultado confirmado con la artroscopia en 25/26 pacientes (96,2%) en el caso del MI y en 7/8 pacientes (87,5%) en caso del ME. La proporción de roturas confirmadas entre la sospecha positiva es superior que la proporción de positivos entre los que no se sospecha el diagnóstico, que en caso de MI sería 20/33 pacientes (60,6%) ($p=0,002$) (*Tabla 23*) y en caso de ME sería de 11/51 (21,6%) ($p=0,001$) (*Tabla 24*). Se obtiene por tanto una relación estadísticamente significativa entre sospecha y diagnóstico positivos de rotura meniscal, mayor proporción en caso de MI, y relación más débil para diagnóstico de ausencia de rotura.

Sospecha Rotura MI * rMI Crosstabulation

			rMI		Total
			,00	1,00	
Sospecha Rotura MI	si	Count	1	25	26
		% within Sospecha Rotura MI	3,8%	96,2%	100,0%
		% within rMI	7,1%	55,6%	44,1%
	otros	Count	13	20	33
		% within Sospecha Rotura MI	39,4%	60,6%	100,0%
		% within rMI	92,9%	44,4%	55,9%
Total	Count	14	45	59	
	% within Sospecha Rotura MI	23,7%	76,3%	100,0%	
	% within rMI	100,0%	100,0%	100,0%	

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	10,154 ^a	1	,001	,002	,001
Continuity Correction ^b	8,285	1	,004		
Likelihood Ratio	11,927	1	,001		
Fisher's Exact Test					
Linear-by-Linear Association	9,982	1	,002		
N of Valid Cases	59				

a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 6,17.

b. Computed only for a 2x2 table

Tabla 23. Correlación de la sospecha clínica de rotura menisco interno con su confirmación en artroscopia. En rojo: Rotura confirmadas entre las sospechas positivas; En azul: Roturas confirmadas entre las sospechas negativas; En amarillo: significación estadística.

Sospecha Rotura ME * rME Crosstabulation

			rME		Total
			,00	1,00	
Sospecha Rotura ME	si	Count	1	7	8
		% within Sospecha Rotura ME	12,5%	87,5%	100,0%
		% within rME	2,4%	38,9%	13,6%
	otros	Count	40	11	51
		% within Sospecha Rotura ME	78,4%	21,6%	100,0%
		% within rME	97,6%	61,1%	86,4%
Total	Count	41	18	59	
	% within Sospecha Rotura ME	69,5%	30,5%	100,0%	
	% within rME	100,0%	100,0%	100,0%	

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	14,179 ^a	1	,000		
Continuity Correction ^b	11,239	1	,001		
Likelihood Ratio	13,373	1	,000		
Fisher's Exact Test				,001	,001
Linear-by-Linear Association	13,938	1	,000		
N of Valid Cases	59				

Tabla 24. Correlación de la sospecha clínica de rotura menisco externo con su confirmación en artroscopia. En rojo: Rotura confirmadas entre las sospechas positivas; En azul: Roturas confirmadas entre las sospechas negativas; En amarillo: significación estadística.

5. RELACIÓN ENTRE LA ROTURA MENISCAL Y LA DEGENERACIÓN ARTICULAR

Otra relación que se obtiene secundariamente en este estudio, se refiere a la presencia (grupo "Patológico") o ausencia (grupo "Normal") de rotura meniscal en MI (confirmado por artroscopia) y el espacio articular del compartimento medial, grado de degeneración de cartílago en radiografía en carga, RM y artroscopia. Se observa que el grupo "Patológico" tiende a tener menor espacio

del compartimento interno y más grado de afectación, y en lo que más tiende a haber diferencias es en la radiografía ($p=0,064$), pero no llega a ser una relación estadísticamente significativa (Tabla 25, 26 y 27) (Gráfica 13).

Case Summaries

	rMI	Mean	Std. Deviation	Median	Minimum	Maximum	N
rx KELLGREN-LAWRENCE	normal	1,21	,699	1,00	0	2	14
	patologico	1,89	1,229	2,00	0	4	45
	Total	1,73	1,157	2,00	0	4	59
RM Vallotton(CI)	normal	,86	,949	1,00	0	3	14
	patologico	1,24	1,151	1,00	0	3	45
	Total	1,15	1,111	1,00	0	3	59
GS OUTERBRIDGE CI	normal	1,57	1,284	1,00	0	4	14
	patologico	1,60	1,195	1,00	0	4	45
	Total	1,59	1,205	1,00	0	4	59
espacio CI	normal	5,14	1,292	5,00	4	8	14
	patologico	4,69	1,579	4,00	2	10	45
	Total	4,80	1,517	4,00	2	10	59

Ranks

Tabla 25.		rMI	N	Mean Rank	Sum of Ranks
rx KELLGREN-LAWRENCE	normal		14	22,86	320,00
	patologico		45	32,22	1.450,00
	Total		59		
RM Vallotton(CI)	normal		14	26,00	364,00
	patologico		45	31,24	1.406,00
	Total		59		
GS OUTERBRIDGE CI	normal		14	29,57	414,00
	patologico		45	30,13	1.356,00
	Total		59		
espacio CI	normal		14	35,00	490,00
	patologico		45	28,44	1.280,00
	Total		59		

Test Statistics^a

Tabla 26.	rx KELLGREN-LAWRENCE	RM Vallotton (CI)	GS OUTERBRIDGE CI	espacio CI
Mann-Whitney U	215,000	259,000	309,000	245,000
Wilcoxon W	320,000	364,000	414,000	1.280,000
Z	-1,849	-1,042	-,112	-1,319
Asymp. Sig. (2-tailed)	.064	.297	.911	.187

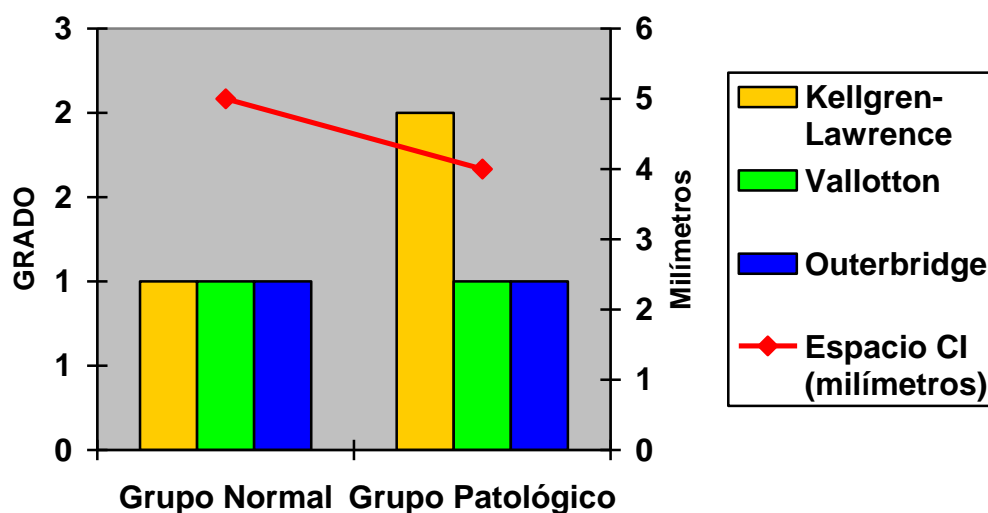
a. Grouping Variable: rMI

Tabla 27.

Estudio comparativo de la relación de la ausencia de rotura (grupo normal) o presencia de rotura (grupo patológico) en el menisco interno y el grado de degeneración del cartílago en la radiografía en carga, RM, artroscopia y medida del espacio articular en el compartimento interno. CI: compartimento interno; rMI: rotura de menisco interno.

Tabla 25. Medidas de localización.

Tabla 26 y 27. Datos y análisis estadístico según test de Mann-Whitney. En amarillo: relación no estadísticamente significativa, siendo en la radiografía más destacable.



Gráfica 13. Representación gráfica de los datos anteriores, utilizando la mediana de cada grupo. No se observan diferencias en el grado de RM y artroscopia, y se observa mayor grado de afectación en la radiografía en carga y menor espacio articular en CI en el grupo patológico, con una relación más fuerte pero sin ser estadísticamente significativa. CI: compartimento interno.

6. RELACIÓN DE LA ROTURA DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR Y LA DEGENERACIÓN ARTICULAR

Los hallazgos en relación con las lesiones ligamentosas, establecen que no hay relación significativa entre la afectación del LCA y la disminución del espacio articular del compartimento medial o el grado de afectación de cartílago según las diferentes pruebas y clasificaciones (Kellgren-Lawrence, Vallotton y Outerbridge). En todos los casos la relación carece de significación estadística, lo que podría ser debido a que la muestra resulta muy pequeña (*Tablas 28, 29 y 30*).

Case Summaries

	rLCA	Mean	Std. Deviation	Median	Minimum	Maximum	N
espacio CI	Normal	4,74	1,558	4,00	2	10	53
	no normal	5,33	1,033	6,00	4	6	6
	Total	4,80	1,517	4,00	2	10	59
rx KELLGREN-LAWRENCE	Normal	1,72	1,166	2,00	0	4	53
	no normal	1,83	1,169	1,50	1	4	6
	Total	1,73	1,157	2,00	0	4	59
RM Vallotton(CI)	Normal	1,21	1,098	1,00	0	3	53
	no normal	,67	1,211	,00	0	3	6
	Total	1,15	1,111	1,00	0	3	59
GS OUTERBRIDGE CI	Normal	1,62	1,228	1,00	0	4	53
	no normal	1,33	1,033	1,00	0	3	6
	Total	1,59	1,205	1,00	0	4	59

Tabla 28.

Ranks

	rLCA	N	Mean Rank	Sum of Ranks
rx KELLGREN-LAWRENCE	Normal	53	29,92	1.585,50
	no normal	6	30,75	184,50
	Total	59		
RM Vallotton(CI)	Normal	53	30,92	1.639,00
	no normal	6	21,83	131,00
	Total	59		
GS OUTERBRIDGE CI	Normal	53	30,33	1.607,50
	no normal	6	27,08	162,50
	Total	59		
espacio CI	Normal	53	29,09	1.542,00
	no normal	6	38,00	228,00
	Total	59		

Tabla 29.

Test Statistics^a

	rx KELLGREN-LAWRENCE	RM Vallotton (CI)	GS OUTERBRIDGE CI	espacio CI
Mann-Whitney U	154,500	110,000	141,500	111,000
Wilcoxon W	1.585,500	131,000	162,500	1.542,000
Z	-,117	-1,283	-,461	-1,273
Asymp. Sig. (2-tailed)	,907	,199	,645	,203
Exact Sig. [Z*(1-tailed Sig.)]	,912 ^b	,230 ^b	,668 ^b	,240 ^b

a. Grouping Variable: rLCA

b. Not corrected for ties.

Tabla 30.

Estudio comparativo de la relación de la ausencia de afectación (grupo normal) o presencia de afectación (grupo no normal) del ligamento cruzado anterior y el grado de degeneración del cartílago en la radiografía en carga, RM, artroscopia y medida del espacio articular en el compartimento interno. CI: compartimento interno; rLCA: rotura de ligamento cruzado anterior.

Tabla 28. Medidas de localización.

Tabla 29 y 30. Datos y análisis estadístico. En naranja: Se resalta la falta de significación estadística en todos los casos.

VII. DISCUSIÓN



VII. DISCUSIÓN

1. OBJETIVO PRIMARIO

Uno de los mayores retos en la investigación de la degeneración del cartílago articular y la artrosis es la ausencia de parámetros específicos convalidados, lo cual complica el diagnóstico de la enfermedad, particularmente en los estadios iniciales. La evaluación del dolor y otros síntomas resulta muy indirecta y nada específica, a menudo con poca correlación con los cambios estructurales (70). El diagnóstico de éstos últimos es la mejor opción, pero continuamos sin saber qué signos, incluyendo las mediciones en la RM, se relacionan con más precisión. A esto se añade uno de nuestros objetivos, que es definir si existe una combinación de pruebas complementarias que pudiera incrementar aún más la exactitud del diagnóstico.

La información mediante técnicas no invasivas presenta una interpretación clínica y validez externa limitada. Defectos avanzados de cartílago pueden ser detectados por RM, pero los cambios moderados diagnosticados por artroscopia podrían no visualizarse en la RM (71). Por ello, el “patrón oro” o “gold standard” elegido en nuestro estudio y en otros anteriores es la artroscopia, para así obtener datos más precisos y extrapolables.

Tradicionalmente, los parámetros definidos en la radiografía en carga para la clasificación del grado degenerativo según la escala de Kellgren-Lawrence o Ahlbäck han sido la medida objetiva más extendida para el diagnóstico y tratamiento de la artrosis, añadiendo información a la obtenida de la exploración

física y de los parámetros subjetivos. A ello se le añade posteriormente lo aportado por otras pruebas complementarias como la RM.

Kijowski et al afirma que la presencia de osteofitos tibiales en la radiografía en carga resulta mejor indicador de patología degenerativa que la disminución del espacio articular en algunos casos, y llega a definir los osteofitos marginales como un importante indicador radiológico de patología degenerativa femorotibial, siendo el signo más sensible (67% en el compartimento medial y 49% en el lateral) frente a otros en su estudio. Los pacientes con osteofitos tienen enfermedad degenerativa menos severa que los que tienen disminución de espacio articular, quiste subcondrales o esclerosis, con diferencias estadísticamente significativas ($p<0,05$) en el compartimento interno (13). Sin embargo, *Fife et al* afirman que, en ausencia de disminución del espacio articular o cambios óseos, los osteofitos probablemente se deban a la edad y no a la artrosis (56). En nuestro estudio, no se analiza el valor diagnóstico de cada parámetro por separado, por ser una muestra limitada para ello.

Otros estudios reafirman la validez de la medición del espacio articular para la evaluación de cambios estructurales asociados con patología degenerativa de la rodilla, demostrándose la correlación entre la distancia del espacio articular medial y la suma del grosor del cartílago articular femoral y tibial (72, 73). Sin embargo, en dos estudios, el de *Blackburn* y el de *Brandt*, se afirma que la disminución del espacio articular no es superior y no aporta ventajas a los criterios de Kellgren-Lawrence para evaluar la patología degenerativa articular. De hecho, la disminución del espacio está también presente en radiografías

cuando no hay evidencia de enfermedad en el cartílago articular en la artroscopia (7, 74).

Considerando importante ambos ítems (disminución del espacio articular y osteofitos) para definir el grado de degeneración del cartílago, y añadiendo la presencia de esclerosis principalmente para el grado más avanzado (grado IV), elegimos la escala de Kellgren-Lawrence para clasificar cada paciente según su afectación en la radiografía en carga. Este sistema es el más extendido en estudios epidemiológicos, y a diferencia de la clasificación de Ahlbäck, no sólo tiene en cuenta la disminución del espacio articular, sino también los otros parámetros mencionados, por lo que lo consideramos más adecuado para nuestro estudio (5, 45). Aún así, existen estudios como el de *Kijowski et al* que refieren que el uso de todos los parámetros juntos no incrementa la habilidad de la radiografía en la detección de la patología degenerativa articular de la rodilla (13).

En el estudio de *Amin et al* se confirma que la pérdida de cartílago tiene tendencia a aparecer más frecuentemente en zonas de carga de fémur y tibia, particularmente en el compartimento medial (48). *Kijowski* también describe que la sensibilidad de todos los parámetros de patología degenerativa es menor para el compartimento lateral que para el medial, y también se ha descrito menor correlación radiografía-artroscopia en el primero (13). Nuestro estudio se centra también en el compartimento interno, ya que la pérdida de cartílago es más acusada, quizás en parte por una mayor presión en carga o por una alteración del eje varo-valgo, y refleja una progresión más rápida de la enfermedad (70), por lo que creemos que la precisión de su diagnóstico es muy importante.

Kijowski et al, en su estudio de 2006, describe una sensibilidad de la radiografía en carga (usando cualquier parámetro estudiado) del 69% y especificidad de 68% en el compartimento interno y sensibilidad del 49% y especificidad del 81% en el externo (13). *Weidow et al* definen una precisión de diagnóstico de la radiografía en carga para el compartimento medial con una sensibilidad entre 67-95% y una especificidad 11-67%. Estos datos se comparan con la inspección visual de las piezas macroscópicas (59). *Fife et al* describen un importante número de falsos positivos (33%) en pacientes con evidencia radiográfica de patología degenerativa leve o moderada por presentar disminución del espacio articular, en ausencia de patología del cartílago articular en el estudio por artroscopia. En su estudio, la precisión del diagnóstico basado en la radiografía en carga, presenta una sensibilidad de 67% para cualquier grado (grados I-IV) y mayor (71%) para los grados II a IV. La especificidad para el compartimento medial es de 61%. El valor predictivo positivo para los grados I-IV es 42% (y de 36% para los grados II-IV) y el valor predictivo negativo es 87%. Se obtiene un grado de exactitud del 62,7% (56). En nuestro estudio, la sensibilidad obtenida en el grupo grado II-IV (que es el que consideramos grupo “Patológico”) es mayor (75%), siendo el grado IV el de mayor cifra, y la especificidad es similar (60%), valor predictivo positivo es 56,3% y el negativo es 77,8%. Se describe un grado de exactitud diagnóstica más elevado, del 66,1% (Tabla 31). Realmente, *Fife et al* se centran en un solo parámetro, que es la disminución del espacio articular, y no compara la clasificación de Kellgren-Lawrence con la artroscopia como en nuestro estudio.

	N	S (%)	S (%) grados II-IV	E (%)	VP+	VP+ (%) grados II-IV	VP- (%)	Exactitud (%) grados II-IV
<i>Kijowski et al</i>	125	69	-	68	-	-	-	-
<i>Weidow et al</i>	48	67-95	-	11-67	-	-	-	-
<i>Fife et al</i>	161	67	71	61	42	36	87	62,7
<i>Estudio actual</i>	59	-	75	60	-	56,3	77,8	66,1

Tabla 31. Tabla comparativa del valor diagnóstico de la radiografía en carga según los diferentes estudios. *N:* número de pacientes; *S:* sensibilidad. *E:* especificidad; *VP+:* valor predictivo positivo; *VP-:* valor predictivo negativo.

Los datos revelan que la radiografía en carga tiene una sensibilidad y especificidad limitadas. Para los grados más avanzados, aumenta el valor diagnóstico (59). Se puede afirmar que con la radiografía simple sería necesario una muestra mayor y de más tiempo de evolución para detectar cambios degenerativos en el cartílago con una mejor sensibilidad, sobre todo en los grados de afectación precoz (76).

La RM es otra técnica no invasiva, objetiva y reproducible, que valora además del cartílago los cambios en hueso subcondral, menisco y otros tejidos. Una desventaja de la RM es que hasta la fecha no hay un consenso en cuanto a un sistema de clasificación o escala estandarizada.

La relevancia clínica de la exactitud de diagnóstico radica, por ejemplo, en que el resultado de la RM puede cambiar la indicación terapéutica hasta en un 16% de los casos (60). Así se afirma también que la RM, después de la

indicación de cirugía y de la consulta preanestésica, no descarta la intervención quirúrgica, sino que varía el tipo de tratamiento en una proporción de casos variable según si se tiene en cuenta el informe de RM (47%) o no (2%) (77).

La fase preliminar del estudio de *Galea et al* sí establece la precisión de la RM en comparación con la artroscopia, mediante el uso de la clasificación de Vallotton en comparación con Outerbridge en seis superficies articulares. Así, los datos revelan una sensibilidad 83,2% y especificidad 94,3% global, y para la meseta tibial interna una sensibilidad de 58,8% y especificidad de 95,3% (60) (*Tabla 32*). La reducción de la sensibilidad en las mesetas tibiales está influida principalmente por el infradiagnóstico del grado II de Outerbridge a grado I en la RM, lo cual también se confirma en nuestro estudio. Sin embargo, para los grados III y IV la sensibilidad aumenta a un 100% en la meseta tibial interna y la especificidad se mantiene en un 95%. La sensibilidad del grado I en este estudio también incluye el grado 0, lo que explica que sea tan alta (*Gráfica 14*).

Se ha descrito en el metaanálisis de *Menashe et al* que analiza finalmente 16 estudios, que la RM detecta la presencia de artrosis con alta especificidad (93% [IC 95% 86-96]) y moderada sensibilidad (69% [IC 95% 62-75]) en comparación con diversos métodos de diagnóstico, incluyendo la radiografía, considerando la artroscopia como “gold standard” ($p<0,001$) (78).

Engelhardt et al también estudian el valor diagnóstico de la RM mediante comparación del grado de Vallotton con Outerbridge, obteniendo un grado de exactitud de 47% y 57%, correspondientes a dos observadores distintos. En nuestro estudio hablamos de 81,4% de exactitud. *Engelhardt* obtiene una sensibilidad pobre para los grados I, II y III (20%, 48-53% y 30-36%

respectivamente) y mejores valores para el grado IV (60-70%) (*Gráfica 14*). La especificidad es aceptable en todos los grados: 92-95% para el grado I, 74-78% para el grado II, 85-89% para el grado III y 94-95% para el grado IV (61). El grosor de los cortes de la RM (3 y 4 milímetros) puede posiblemente afectar a la detección del grado III, mientras que la visualización del grado II, que normalmente se extiende sobre una superficie articular grande, se afecta menos. En otro estudio del mismo autor, se obtienen las imágenes de la RM con un equipo de 3-Tesla en vez de 1,5-Tesla, con resultados de sensibilidad mayores para todos los grados (26% para grado I, 63% para grado II, 64% para grado III y 77% para grado IV) (79). Se observa, en cualquier caso, que la sensibilidad aumenta para los grados mayores (principalmente grado IV), al igual que ocurre con los datos de la radiografía.

Figuerola et al estudian la correlación entre RM y artroscopia en lesiones condrales (lesiones más localizadas, pero clasificadas según la ICRS (*International Cartilage Repair Society*), de forma comparable a la de Outerbridge) con una sensibilidad de 45% y especificidad del 100% (8). En la *Gráfica 14* se describen los valores de sensibilidad por grupos ($p < 0,001$ entre grupos) (12,5% para el grado I, 22,6% para el grado II, 64,3% para el grado III y 73,3% para el grado IV). El diagnóstico más preciso es para los defectos patelares y lesiones más avanzadas. La baja sensibilidad se puede atribuir al tipo de aparato de RM usado (1,5- Tesla) y ausencia de técnicas con contraste.

Kawahara et al presentan buenos resultados de sensibilidad por grados para el compartimento medial, que igualmente es mayor para los grados más

avanzados (32% para el grado I, 72% para el grado II, 94% para el grado III y 100% para el grado IV) (80) (*Gráfica 14*).

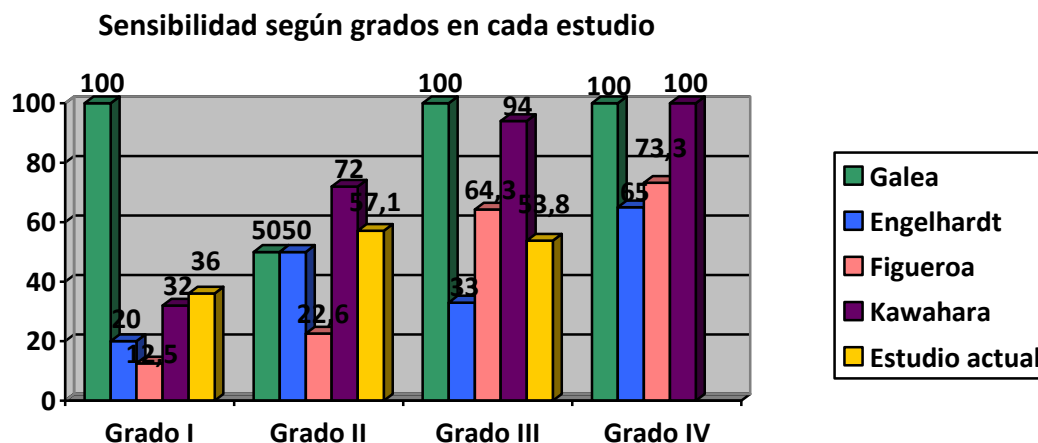
En el estudio de *Vallotton* existe evidencia de alta sensibilidad y especificidad, una exactitud del 91,6% y no diferencias significativas entre RM y artroscopia para diagnóstico de lesión de cartílago, pero ha de aclararse que todos los hallazgos son en la rótula. En este estudio de *Vallotton* la precisión de RM es más alta que en otros estudios previos. Podría deberse a la mejora de las secuencias de imágenes y la utilidad del método de clasificación de RM (65).

Heron y Calvert también definen buena correlación de la RM y artroscopia para diagnóstico de lesión de cartílago (zona de lesión con adelgazamiento focal y también lesiones de grosor completo) (81).

En nuestro estudio se obtiene una sensibilidad de 70,8%, especificidad de 88,6%, valor predictivo positivo 81%, valor predictivo negativo 81,6%, grado de exactitud 81,4% (*Tabla 32*) y una sensibilidad aceptable por grados, mayor para los grados II y III (57,1% y 53,8%, respectivamente). La sensibilidad para el grado I es más alta que en otros estudios (36%), aunque sigue siendo limitada (*Gráfica 14*).

	N	S (%)	E (%)	VP+ (%)	VP- (%)	Exactitud (%)
<i>Galea</i>	100	58,8	95,3	-	-	-
<i>Menashe</i>	Metaanálisis	69	93	85	57	69
<i>Engelhardt</i>	36	-	-	-	-	47 y 57
<i>Figueroa</i>	190	45	100	-	-	-
<i>Kawahara</i>	72	60,5	94	-	-	-
<i>Disler</i>	47	76	97	-	-	-
<i>Yoshioka</i>	16	97	85	-	-	-
<i>Kijowski</i>	200	70,5	86	-	-	-
<i>Estudio actual</i>	59	70,8	88,6	81	81,6	81,4

Tabla 32. Tabla comparativa del valor diagnóstico de la RM según los diferentes estudios.



Gráfica 14. Representación gráfica de la sensibilidad estratificada por grados según los diferentes estudios.

Varios estudios comparan la precisión de diagnóstico de la radiografía en carga con la RM. Los últimos estudios (48, 70, 76) consideran el valor de la RM como alternativa a la radiografía para evaluar los cambios estructurales en la degeneración del cartílago y predecir su progresión hacia una cirugía de artroplastia de sustitución, en base a parámetros como pérdida de volumen o grosor del cartílago del compartimento medial (según datos de la OAI, éste es el predictor más potente en la evaluación longitudinal), así como la presencia de defectos de cartílago, lesiones en médula ósea en compartimento medial, lesiones meniscales (rotura compleja o extrusión de menisco interno) y sinovitis (76).

Avances en la estandarización e interpretación de las radiografías han dado lugar a mejoría en las mediciones de la distancia del espacio articular y de la progresión de su disminución. Sin embargo, dicho parámetro está influido por

alteraciones en otras estructuras además del cartílago, como la patología meniscal, lo cual puede hacer perder precisión en la medición y, a pesar de existir un espacio articular disminuido, la superficie del cartílago y su grosor pueden no presentar tanta afectación como la que cabría esperar (70).

El estudio de *Raynauld et al* en 2004 es uno de los primeros estudios comparativos para el diagnóstico de patología degenerativa del cartílago en la rodilla, que evalúa los cambios cuantitativos del cartílago articular mediante RM y radiografía en una progresión de dos años. Este estudio refiere un coeficiente de variación (CV%) del 2,2% para el volumen global (medida cuantitativa) de cartílago, siendo el CV% de 1,2% para el CI y de 2,6% para el CE (70). El estudio, además, afirma que existe cierto nivel de correlación ($r = 0.46$, $p < 0.007$) entre la medida del volumen del cartílago y el espacio articular en el compartimento medial, correlación que no es significativa en referencia a valores de volumen de cartílago global ($r = 0.28$, p no significativa). *Raynauld* considera en su estudio más sensible la RM para valorar la progresión de la artrosis. Sin embargo, la degeneración en la Rx entre los afectados tampoco es despreciable (-0.13 mm).

Siguiendo similar línea de estudio, *Amin* refiere que el 46% de los casos presentan progresión de la patología degenerativa de cartílago en la RM (aumento en escala \geq un grado) y el 16% presentan progresión en cuanto a disminución de espacio articular del CI en la radiografía en carga (empeoramiento también \geq un grado). Comparado con rodillas sin progresión radiográfica, si se detectan cambios en la radiografía, la *Odds Ratio* (OR) de pérdida de cartílago en la RM se multiplica ([OR] por 3,7 [IC 95% 2,2-6,3]).

Además, la degeneración de cartílago en la parte posterior del fémur en el CI normalmente no es detectable en radiografía y está más presente en rodillas con presencia de progresión de patología degenerativa del cartílago en la RM (un 44% frente a un 22%). En este estudio obtienen una sensibilidad del 23% y una especificidad del 91% con la radiografía, utilizando como “gold standard” la RM (y no la artroscopia). Así concluyen que los hallazgos de la radiografía son un indicador poco sensible de degeneración de cartílago, pero la especificidad sí es alta (si se detecta progresión de la patología en la radiografía, también debe aparecer en la RM). Una limitación de este estudio es que la escala usada no es muy sensible a cambios precoces (48). Como se observa, los datos también se refieren a la detección de la progresión de la patología.

Un estudio a dos años sugiere que la disminución de espacio articular en la radiografía y la pérdida de volumen de cartílago del CI detectada en RM, tienen similar valor predictivo para realizar una artroplastia de rodilla a los seis años de seguimiento (disminución de espacio articular: OR 15,45 [IC 95% 1,98-120,39, $p=0,009$, comparado con pérdida de volumen de cartílago: OR 18,70 [IC 95% 2,40-145,67, $p=0,005$) (75). Sin embargo, datos de la OAI respaldan un valor predictivo mayor para la RM frente a la disminución de espacio articular en radiografía en patología degenerativa precoz (82).

El estudio de *Pessis et al* estudia el grado de condropatía basal y al año, según radiografía en carga y RM, frente a la artroscopia. La artroscopia se realiza inmediatamente después de la RM, y se valora el cartílago en cóndilo femoral interno y meseta tibial interna según la clasificación descrita por Beguin y Locker (similar a la de Outerbridge). No se observan cambios estadísticamente

significativos en el caso de la radiografía, pero sí hay un deterioro de la condropatía estadísticamente significativo en la RM ($p=0,01$) en variable continua, pero no significativo en variable categórica (distribución en dos grupos: grupo “sin cambios/unchanged” y “empeoramiento/worsened”). Cuantificar la condropatía con RM es bastante sensible para detectar cambios en un año. Sin embargo, el grado de significación de un cambio en el cartílago no mide la magnitud del efecto y no implica que los cambios tengan significación clínica (83).

Como se ha puntualizado, estos datos se centran en la progresión de la patología pero no definen qué método es mejor para una primera aproximación diagnóstica.

Reichenbach et al contradicen la afirmación de que el desgaste del cartílago está presente sólo en artrosis avanzada. La radiografía resulta mucho menos sensible para los defectos que la RM (pero el “gold standard” que utilizan en este estudio es otro tipo de medición en la RM, y no la artroscopia). Aproximadamente un 15% de sujetos sin afectación aparente de cartílago en la radiografía presentan patología degenerativa en la RM (en el grado II de Kellgren-Lawrence). En este estudio, por el contrario, en los grados más avanzados de artrosis la sensibilidad de la radiografía y la RM se igualan (84).

No hemos encontrado estudios que comparen el valor predictivo de radiografía frente a RM para un diagnóstico inicial de patología degenerativa del cartílago articular (en lugar de centrarse en la progresión) ni que estudien el valor predictivo de la suma de radiografía y RM (comparado con artroscopia como “gold standard”). Los datos de nuestro estudio reflejan que en presencia de la

RM (que representa una $p < 0,001$, significativa) la radiografía en carga no añade información sobre la patología degenerativa del cartílago ($p = 0,520$, no es significativo el resultado de la radiografía sumado al de la RM). La suma de ambas pruebas no mejora la validez diagnóstica.

Eckstein et al, basándose en datos de la OAI, obtienen mejor sensibilidad para cambios del cartílago en la RM, comparado con la disminución radiográfica del espacio articular, en un estudio a 12 y 24 meses. Según estos autores, la RM también proporciona mejor discriminación de la tasa de pérdida de cartílago en los diferentes grados radiográficos de Kellgren-Lawrence y es más sensible en detectar el grosor del cartílago en grados precoces de degeneración (82).

Aún así, la sensibilidad de diagnóstico es aceptable pero no muy alta en todos los grados, por lo que se asume que la RM para el diagnóstico de un grado concreto de patología degenerativa del cartílago es limitada. Por lo tanto, la artroscopia sigue siendo lo más preciso cuando es necesario un diagnóstico exacto (31, 61).

2. OBJETIVOS SECUNDARIOS

2.1. Disminución del espacio articular

En cuanto a la medida de la disminución del espacio articular, *Spahn et al* consideran que un espacio menor de 5 mm es un indicador de mala evolución de la patología degenerativa del cartílago. Se trata de un estudio de nivel de

evidencia IV, serie de casos (3). Por otra parte, la clasificación de Ahlbäck define su grado I con un espacio articular menor de 3 mm (se considera que entonces reflejan los defectos de cartílago en la RM) (45, 59) y los grados III, IV y V se definen según el grado de erosión del hueso subcondral y se corresponden todos con el grado IV de Kellgren-Lawrence. Sin embargo, el grado I de la clasificación de Ahlbäck se corresponde con un grado III del sistema de Kellgren-Lawrence, un grado radiográfico ya moderado de artrosis, por lo que no son valorados los grados leves. Por ello, hacemos la estratificación en base a la distancia de 5 mm.

Agnesi et al definen una media de distancia articular global de $4,23 \pm 0,96$ mm en el grado 0, $3,97 \pm 1$ mm en grado I, $3,74 \pm 1,04$ mm en grado II, $2,8 \pm 1,14$ mm en grado III y $1,8 \pm 1,05$ mm en grado IV. Existe una diferencia significativa (disminución no lineal del espacio según el grado radiológico) en la distancia del espacio articular, en ambos compartimentos. En general, el compartimento interno tiene mayor disminución del espacio articular (68).

Raynauld también afirma que sí existe alguna correlación entre el volumen del cartílago articular y la anchura del espacio articular (70). En otros estudios, como el de *Bruyère et al*, se utiliza una escala diferente para valoración de patología degenerativa en la RM. En este caso utilizan la escala WORMS (Whole-Organ Magnetic Resonance Imaging Scoring system), método de valoración semicuantitativo de cambios articulares por RMN que incorpora 14 características articulares. La progresión de la puntuación WORMS para el cartílago se relaciona con la disminución de espacio articular (73).

En vista de los resultados de otros estudios que relacionan la disminución del espacio articular con la afectación en la RM o en la artroscopia, consideramos también relevantes los hallazgos de nuestro estudio. Se observa una correlación inversa y estadísticamente significativa ($p<0,001$) entre espacio articular y el grado de Kellgren-Lawrence, Vallotton y Outerbridge. Además, se observa más afectación en el grupo de espacio articular $<5\text{mm}$.

2.2. Rotura meniscal

El diagnóstico de la rotura meniscal por RM está ampliamente estudiado (85). Según *Burk et al*, la RM puede proporcionar importante información sobre la estructura interna meniscal (detecta cambios intrasustancia), así como roturas meniscales. El estudio detecta en la RM más cambios que en la artroscopia incluso (roturas parcialmente cicatrizadas, degeneración mixoide, etc., no visible en artroscopia). Pero es un estudio con una muestra limitada (15 pacientes) (71).

Behairy et al en su estudio diagnostican las lesiones meniscales y ligamentosas por RM con altos valores de sensibilidad y especificidad, pero el grado de exactitud disminuye en pacientes con múltiples lesiones. Se obtiene sensibilidad de 47%, especificidad de 95%, valor predictivo positivo 68%, valor predictivo negativo 88,2% y grado de exactitud del 73% para el menisco interno ($p=0,0001$) (datos menores que lo descrito en la literatura). Presenta un índice *Kappa* de 0,43. Para el menisco externo, se obtienen datos mayores que en otros estudios: sensibilidad de 100%, especificidad de 75%, valor predictivo

positivo 40%, valor predictivo negativo 100% y grado de exactitud de 78,5% ($p=0,001$); presenta un índice *Kappa* de 0,46 (86). *De Smet y Graph* detectan una sensibilidad para lesión meniscal menor en casos de rotura de ligamento cruzado anterior (se corrobora menor sensibilidad en lesiones múltiples). (87).

En otro estudio, *De Smet* presenta datos en los que el diagnóstico de lesión meniscal por RM no coincide en 70/400 pacientes. Revisando los datos, esto se debe a falsos negativos (roturas pequeñas, parciales, periféricas) y falsos positivos (roturas cicatrizadas, roturas no detectadas por artroscopia). La sensibilidad más alta posible en este estudio es 96% para menisco interno y 94% para menisco externo. La sensibilidad podría variar si varía el tipo y localización de lesión según la población estudiada (88).

En el estudio de *Mesgarzadeh et al*, se obtiene una sensibilidad de 95% y especificidad de 74% para menisco interno, y sensibilidad 86% y especificidad 90% para menisco externo, de la RM en comparación con artroscopia. Confirma que la RM debe ser la primera prueba diagnóstica para rotura meniscal (89).

Munk et al refieren que en la rotura meniscal se obtiene beneficio del uso de la RM, ya que tanto la cifra de exactitud como el valor predictivo positivo son casi el doble que las del diagnóstico según la clínica. Se obtiene una sensibilidad del 84%, especificidad del 75%, valor predictivo positivo del 70%, valor predictivo negativo del 87% y exactitud del 79% (12).

Otra forma de estudiarlo es el enfoque de *Mackenzie*, que describe que de 113 diagnósticos clínicos de patología de MI, tras la realización de RM, 57 casos varían el diagnóstico, resultado estadísticamente significativo ($p<0,01$). Esto

varió el tratamiento en 180 de 288 pacientes (en 62% de los casos), lo cual describe que la RM es importante para el tratamiento final (46).

La patología meniscal sí se relaciona con la degeneración de cartílago articular en diversos estudios.

Christoforakis et al estudian una muestra de 497 pacientes con rotura meniscal, 280 (56,3%) tienen lesiones condrales tipo I y II (según grado de Outerbridge) y 217 (43,7%) grado III y IV. La incidencia de pacientes con grado III y IV es significativamente más alta en las roturas degenerativas (complejas y horizontales) ($p<0,001$). No se observa relación estadística entre otros tipos de rotura y lesión condral (30).

En el estudio de *Spahn et al* el tipo de rotura no se correlaciona con el resultado de la artroscopia sin embargo, pero el 77.7% de los pacientes que habían requerido una meniscectomía total presentan mal pronóstico (el cual se puede traducir en más afectación del cartílago articular), mientras que si la meniscectomía es parcial, la tasa de mal pronóstico es menor (60.8%) ($p=0,01$). Este estudio revela que el antecedente de cirugía meniscal sí condiciona la progresión a artrosis, principalmente si la rotura es compleja y requiere una meniscectomía total.

Madan-Sharma et al describen que se detecta progresión radiográfica de la degeneración del cartílago a los dos años, en el caso del grado >II de Kellgren-Lawrence en un 15% de los casos, y en grado <I de Kellgren-Lawrence, en el 5,4% de los casos. La patología meniscal es el único parámetro asociado con progresión de disminución de espacio articular en la radiografía a los dos años,

de forma significativa. También hay que tener en cuenta que partimos de que la mayoría de los pacientes tienen poca afectación inicialmente (grado 0 o I) (90).

Fife et al presentan 13 pacientes con meniscectomía previa, de los cuales 7 tienen disminución del espacio articular (4 con afectación en artroscopia), aunque no son cifras estadísticamente significativas. Del resto (sin meniscectomía previa), 113 presentan un grado 0 de degeneración en la artroscopia. El 46% de ellos (52 pacientes) tienen rotura del menisco en artroscopia y el 38% tienen disminución del espacio articular. En este caso, no hay relación entre signos como disminución del espacio articular o afectación meniscal y la degeneración de cartílago (56).

En nuestro estudio no se puede establecer esta comparación de afectación meniscal y degeneración del cartílago articular (según grado de radiografía, RM o artroscopia, o según disminución del espacio articular) debido al bajo número de casos. Se observa que el grupo con rotura meniscal, tiende a tener menor espacio del compartimento interno y más grado de afectación, y en lo que más tiende a haber diferencias es en la radiografía aunque no es estadísticamente significativo ($p=0,064$).

2.3. Lesión del LCA

En cuanto a la afectación del LCA, no hay relación significativa entre su afectación y la disminución del espacio articular del compartimento medial o el grado de afectación de cartílago según las diferentes pruebas y clasificaciones

(Kellgren-Lawrence, Vallotton y Outerbridge). También debemos resaltar que contamos con una muestra pequeña.

Los datos del valor predictivo de la RM para lesión de LCA según *Behairy* mejoran si se considera la lesión “parcial o completa” como un grupo frente a grupo “normal” (comparado con agrupar “lesión parcial y normal”). Así se obtiene una sensibilidad de 92,3%, especificidad 100%, valor predictivo positivo 100%, valor predictivo negativo 95% y exactitud de 97% ($p=0,001$), y un índice *Kappa* de 0,9. Los datos de valor diagnóstico son mejores para la lesión ligamentosa que para la lesión meniscal (86). Estos resultados también son descritos por *Oei et al* (91).

Por el contrario, *Munk* describe que la especificidad (96%) y exactitud (82%) de la RM para el diagnóstico de rotura de LCA es aceptable, pero la sensibilidad (44%) no lo es. Afirman que la RM no mejora los datos del diagnóstico clínico y la sensibilidad de la RM es mejor para la patología meniscal (12).

2.4. Evaluación económica

Finalmente es posible realizar un análisis aproximado de costes de estos procedimientos según datos actuales del Sistema Sanitario Público (según coste estimado en Hospital La Princesa de Madrid). Así, la radiografía en carga es la prueba más económica, que supone unos 30,58 euros (€). La RMI es más cara y

asciende a 249,31 €. A la RMI se debe añadir el coste de una consulta más que, en algunos casos, es necesario para valorar el resultado de la prueba.

Teniendo en cuenta los resultados de precisión diagnóstica para enfermedad degenerativa del cartílago articular de la rodilla de las pruebas complementarias estudiadas, si se dispone ya de una RMI realizada, podría valorarse no solicitar radiografía en carga. Sin embargo, no se debe olvidar que la radiografía en carga puede ser necesaria según criterio del cirujano ortopédico para descartar ciertas lesiones, valorar eje de carga, para planificación quirúrgica, etc.

Por otra parte, la artroscopia supone ya una cirugía, siendo un procedimiento más caro, invasivo y no exento de complicaciones. Lo adecuado podría ser considerarla como última opción diagnóstica, y más orientada al tratamiento ya planificado según los resultados de las pruebas no invasivas, principalmente la RMI.

3.LIMITACIONES DE NUESTRO ESTUDIO

Se trata de un estudio con una muestra limitada para ciertos objetivos secundarios. Algunos resultados no alcanzan parámetros de diferencia estadísticamente significativa, pero sí tienden a cierto resultado. Podría realizarse el estudio con una muestra más amplia para revalorar dichos resultados. Aún así, se considera la muestra es suficiente para los objetivos principales del estudio y para contrastar la hipótesis propuesta.

Una diferencia entre ambos métodos de diagnóstico (radiografía en carga y RM) es la posición del paciente, ya que la radiografía se realiza con el paciente en carga y se mide el espacio articular con el cartílago bajo compresión, mientras que la RM se realiza con el paciente en posición supina, con lo que el cartílago no se comprime y está relajada la rodilla. Futuros estudios quizás deberían profundizar más en las diferencias entre ambos métodos.

El uso de diferentes equipos y en diferentes centros para la realización de la radiografía en carga y la RM, da lugar a una muestra más heterogénea y resultados más variables. Aún así, se ha seguido el mismo protocolo. Consideramos que dicha muestra se asemeja más a lo que ocurre en la población general y la situación clínica real, por lo que la eventual heterogeneidad enriquece el estudio.

Parece que los datos con el equipo de RM utilizado (1,5-Tesla) podrían haber sido mejores si se hubiese utilizado un equipo con más precisión, aunque no superarían el “gold standard”, como se ha demostrado en otros estudios, y variaría el resultado del estudio en cuanto a valor predictivo, pero la comparación con la radiografía en carga sólo afianzaría más el resultado obtenido.

El cirujano realiza una primera valoración artroscópica sin revisar la RM para recoger los datos y evitar sesgos, pero finalmente tiene en cuenta la RM para el tratamiento definitivo, ya que de otra forma no sería éticamente aceptable.

VIII. CONCLUSIONES



VIII. CONCLUSIONES

1. CONCLUSIONES PRINCIPALES

- ✓ La exactitud diagnóstica para la radiografía en carga es de **0,423 (42,3%)** y para la RM es de **0,491 (49,1%)**.
- ✓ El área bajo la curva es mayor para la RM (**0,890** frente a **0,773** de la radiografía) ($p<0,001$).
- ✓ La radiografía en carga presenta una **sensibilidad (75%) y especificidad (60%) aceptables**. La RM presenta una **especificidad** incluso más alta (**88,6%**), y los parámetros de validez externa (VPP 81% y VPN 81,6%) y grado de exactitud (81,4%) son notablemente **mejores que los de la radiografía**.
- ✓ En el estudio por grados, la radiografía en carga tiene una **sensibilidad, especificidad y grado de exactitud**, destacablemente mayores para el **grado IV** (50%, 92,7% y 89,8% respectivamente).
- ✓ En la RM obtenemos igualmente una **sensibilidad, especificidad y grado de exactitud mayores para los grados más avanzados** (53,8%, 93,5% y 84,7% respectivamente, para el grado III).
- ✓ Tras estudiar la precisión diagnóstica de Rx+RM, la conclusión es que, **en presencia de la RM** ($p<0,001$), **la radiografía en carga no añade información** ($p=0,520$).

2. CONCLUSIONES SECUNDARIAS

1. En cuanto al estudio de la influencia de los antecedentes traumáticos y/o quirúrgicos:

1.A. La distribución del grado radiológico de degeneración del cartílago **no está influida** por los antecedentes traumáticos/quirúrgicos.

1.B. La distribución del grado artroscópico de degeneración del cartílago **no está influida** por los antecedentes traumáticos/quirúrgicos.

2. El espacio articular presenta una **correlación inversa y estadísticamente significativa** ($p < 0,001$) con el grado de Kellgren-Lawrence, Vallotton y Outerbridge.

3. La distribución de los resultados en las tres clasificaciones presentan significativamente **más afectación** en el **grupo <5mm** de espacio articular medial, con respecto al grupo $\geq 5\text{mm}$.

4. Entre sospecha y diagnóstico positivos de rotura meniscal, obtenemos una **relación estadísticamente significativa**, mayor en caso del MI.

5. Existe una tendencia de menor espacio del compartimento medial y más grado de afectación en los casos de rotura meniscal, pero no llega a ser una relación significativa.

6. No obtenemos relación significativa entre la afectación del LCA y la disminución del espacio articular del compartimento medial o el grado de afectación de cartílago.

IX. BIBLIOGRAFÍA



IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Buckwalter JA, Saltzman C, Brown T. The impact of osteoarthritis: implications for research. *Clin Orthop Relat Res* 2004 Oct;(427 Suppl):S6-S15.
2. Carmona L, Ballina J, Gabriel R, Laffon A. The burden of musculoskeletal diseases in the general population of Spain: results from a national survey. *Ann Rheum Dis* 2001 Nov;60(11):1040-5.
3. Spahn G, Mückley T, Kahl E, Hofmann GO. Factors affecting the outcome of arthroscopy in medial-compartment osteoarthritis of the knee. *Arthroscopy* 2006 Nov;22(11):1233-40.
4. Koplas M, Schils J, Sundaram M. The painful knee: choosing the right imaging test. *Cleve Clin J Med* 2008 May;75(5):377-84.
5. Kellgren JH, Lawrence JS. Radiological assessment of osteo-arthritis. *Ann Rheum Dis* 1957 Dec;16(4):494-502.
6. Brooks S, Morgan M. Accuracy of clinical diagnosis in knee arthroscopy. *Ann R Coll Surg Engl* 2002 Jul;84(4):265-8.
7. Blackburn WD, Chivers S, Bernreuter W. Cartilage imaging in osteoarthritis. *Semin Arthritis Rheum* 1996 Feb; 25(4):273-81.
8. Figueroa D, Calvo R, Vaisman A, Carrasco MA, Moraga C, Delgado I. Knee chondral lesions: incidence and correlation between arthroscopic and magnetic resonance findings. *Arthroscopy* 2007 March;23(3):312-5.

9. Lee JK, Yao I, Phelps CT, Wirth CR, Czajka J, Lozman J. Anterior cruciate ligament tears: MR imaging compared with arthroscopy and clinical tests. *Radiology* 1988 Mar;166(3):861-4.
10. Li DK, Adams ME, Mc Conkey JP. Magnetic resonance imaging of the ligaments and menisci of the knee. *Radiol Clin North Am* 1986 Jun;24(2):209-27.
11. Quinn SF, Brown TF. Meniscal tears diagnosed with MR imaging versus arthroscopy: how reliable a standard is arthroscopy? *Radiology* 1991 Dec;181(3):843-7.
12. Munk B, Madsen F, Lundorf E, Staunstrup H, et al. Clinical magnetic resonance imaging and arthroscopic findings in knees: a comparative prospective study of meniscus, anterior cruciate ligament and cartilage lesions. *Arthroscopy* 1998 Mar;14(2):171-5.
13. Kijowski R, Blankenbaker DG, Stanton PT, Fine JP, De Smet AA. Radiographic findings of osteoarthritis versus arthroscopic findings of articular cartilage degeneration in the tibiofemoral joint. *Radiology* 2006 Jun;239(3):818-24.
14. Woolf AD, Pfleger B. Burden of major musculoskeletal conditions. *Bull World Health Organ* 2003; 81(9):646-56.
15. Symmons D, Mathers C, Pfleger B. Global burden of osteoarthritis in the year 2000. Geneva:World Health Organization; 2003
16. Croft P. The occurrence of osteoarthritis outside Europe. *Ann Rheum Dis* 1996;55:661-4.

- 17.Doménech G, Moreno M, Fernández-Villacañas MA, Capel A, Doménech P. Anatomía y biomecánica de la articulación de la rodilla. En: *Patología degenerativa de la rodilla*. Jano. Elsevier. Vol 60. Nº 1378. pp. 32-46.
- 18.Sánchez MM, Vasallo JL, Vega Castrillo A. Patología degenerativa de la rodilla. En: *Manual de Cirugía Ortopédica y Traumatología* 2ª ed. Madrid: Médica Panamericana; 2009. Vol. 2. pp.1293-1300.
- 19.Creamer P, Lethbridge-Cejku M, Hochberg MC. Factors associated with functional impairment in symptomatic knee osteoarthritis. *Rheumatology* (Oxford) 2000 May;39(5):490-6.
- 20.Herrero-Beaumont G, Roman-Blas JA, Castañeda S, Jiménez SA. Primary osteoarthritis no longer primary: three subsets with distinct etiological, clinical, and therapeutic characteristics. *Semin Arthritis Rheum* 2009 Oct;39(2):71-80.
- 21.Messier SP. Osteoarthritis of the knee and associated factors of age and obesity: Effects on gait. *Med Sci Sports Exerc* 1994; 26:1446-52.
- 22.Nevitt MC. Obesity outcomes in disease management: clinical outcomes for osteoarthritis. *Obes Res* 2002 Nov;10 Suppl 1:33S-37S.
- 23.Christensen R, Astrup A, Bliddal H. Weight loss: the treatment of choice for knee osteoarthritis? A randomized trial. *Osteoarthritis Cartilage* 2005 Jan;13(1):20-7.
- 24.Goldring SR, Goldring MB. The role of cytokines in cartilage matrix degeneration in osteoarthritis. *Clin Orthop Relat Res* 2004 Oct;(427 Suppl):S27-S36.

25. Bellido M, Lugo L, Roman-Blas JA, Castañeda S, Calvo E, Largo R, Herrero-Beaumont G. Improving subchondral bone integrity reduces progression of cartilage damage in experimental osteoarthritis preceded by osteoporosis. *Osteoarthritis Cartilage* 2011 Oct;19(10):1228-36.
26. Petersson IF, Jacobsson LT. Osteoarthritis of the peripheral joints. *Best Pract Res Clin Rheumatol*. 2002 Dec;16(5):741-60.
27. Schouten JS, de Bie RA, Swaen G. An update on the relationship between occupational factors and osteoarthritis of the hip and knee. *Curr Opin Rheumatol* 2002 Mar, 14(2):89–92.
28. Buckwalter JA, Lane NE. Athletics and Osteoarthritis. *Am J Sports Med* 1997 Nov-Dec;25(6):873-81.
29. Lane NE, Buckwalter JA. Exercise: A cause of osteoarthritis? *Rheum Dis Clin North Am* 1993 Aug;19(3): 617-33.
30. Christoforakis J, Pradhan R, Sanchez-Ballester J, Hunt N, Strachan RK. Is there an association between articular cartilage changes and degenerative meniscus tears? *Arthroscopy* 2005 Nov; 21(11):1366-9.
31. Moreno A, Silvestre A, Carpintero P. SECOT consensus on medial femorotibial osteoarthritis. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol* 2013 Nov-Dec;57(6):417-28.
32. Figueroa D, Calvo R, Villalón I, Tuca MJ, Vaisman A, Valdés M. Clinical factors and findings in knee arthroscopy of patients with knee arthrosis candidates for conversion to total replacement. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol* 2013 Jul-Aug;57(4):263-7.

33. Lee SJ, Aadalen KJ, Malaviya P, Lorenz EP, Hayden JK, Farr J, et al. Tibiofemoral contact mechanics after serial medial meniscectomies in the human cadaveric knee. *Am J Sports Med* 2006; 34:1334-44.
34. Heijink A, Gomoll AH, Madry H, Drobic M, Filardo G, Espregueira-Mendes J, et al. Biomechanical considerations in the pathogenesis of osteoarthritis of the knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2012; 20:423-35.
35. Sanjuan R, Jiménez PJ, Gil ER, Sánchez RJ, Fenollosa J. Biomecánica de la rodilla. *Patología del aparato locomotor* 2005;3(3):189-200.
36. Smith PN, Refshauge KM, Scarvell JM. Development of the concepts of knee kinematics. *Arch Phys Med Rehabil* 2003 Dec; 84(12): 1895-902.
37. Maquet PGJ. Biomechanics of the knee: with application to the pathogenesis and surgical treatment of osteoarthritis. (2nd ed.). Berlín: Springer-Verlag; 1983.
38. Brouwer GM, van Tol AW, Bergink AP, Belo JN, Bernsen RM, Reijman M, et al. Association between valgus and varus alignment and the development and progression of radiographic osteoarthritis of the knee. *Arthritis Rheum* 2007; 56:1204-11.
39. Sharma L, Song J, Dunlop D, Felson D, Lewis CE, Segal N, et al. Varus and valgus alignment and incident and progressive knee osteoarthritis. *Ann Rheum Dis* 2010; 69:1940-5.
40. Revell PA, Mayston V, Lalor P, Mapp P. The synovial membrane in osteoarthritis: a histological study including the characterisation of the

- cellular infiltrate present in inflammatory osteoarthritis using monoclonal antibodies. *Am Rheum Dis* 1988 Apr;47(4):300-7.
41. Sakkas LI, Scanzello C, Johanson N, Burkholder J, Mitra A, Salgame P, et al. T cells and T-cell cytokine transcripts in the synovial membrane in patients with osteoarthritis. *Clin Diagn Lab Immunol* 1998 Jul;5(4):430-7.
42. Wagner S, Fritz P, Einsele H, Sell S, Saal JG. Evaluation of synovial cytokine patterns in rheumatoid arthritis and osteoarthritis by quantitative reverse transcription polymerase chain reaction. *Rheumatol Int* 1997;16(5):191-6.
43. Ishii H, Tanaka H, Katoh K, Nakamura H, Nagashima M, Yoshino S. Characterization of infiltrating T cells and Th1/Th2 –type cytokines in the synovium of patients with osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage* 2002 Apr;10(4):277-81.
44. Couceiro J, Silva MT. Cartílago. Estructura y patología. En: *Manual de Cirugía Ortopédica y Traumatología* 2ª ed. Madrid: Médica Panamericana; 2009. Vol. 1. p.81-86.
45. Petersson IF, Boegård T, Saxne T, Silman AJ, Svensson B. Radiographic osteoarthritis of the knee classified by the Ahlbäck and Kellgren & Lawrence systems for the tibiofemoral joint in people aged 35-54 years with chronic knee pain. *Ann Rheum Dis* 1997 Aug;56(8):493-6.
46. Mackenzie R, Dixon AK, Keene GS, Hollingworth W, Lomas DJ, Villar RN. Magnetic Resonance Imaging of the knee: assessment of effectiveness. *Clin Radiol* 1996 Apr;51(4):245-50.

47. Padrón M, Sánchez E. Métodos de diagnóstico por imagen. En: Manual de Cirugía Ortopédica y Traumatología 2ª ed. Madrid: Médica Panamericana; 2009. Vol. 1. p. 229-34.
48. Amin S, LaValley MP, Guermazi A, Grigoryan M, Hunter DJ, et al. The relationship between cartilage loss on magnetic resonance imaging and radiographic progression in men and women with knee osteoarthritis. *Arthritis Rheum* 2005 Oct;52(10):3152–9.
49. Altman R, Asch E, Bloch D, Bole G, Borenstein D, Brandt K, et al. Development of criteria for the classification and reporting of osteoarthritis. Classification of osteoarthritis of the knee. Diagnostic and Therapeutic Criteria Committee of the American Rheumatism Association. *Arthritis Rheum* 1986 Aug;29 (8):1039–49.
50. Mazzuca SA, Brandt KD, Buckwalter KA, Lequesne M. Pitfalls in the accurate measurement of joint space narrowing in semiflexed, anteroposterior radiographic imaging of the knee. *Arthritis Rheum* 2004 Aug;50(8):2508-15.
51. Hellio Le Graverand MP, Mazzuca S, Duryea J, Brett A. Radiographic-based grading methods and radiographic measurement of joint space width in osteoarthritis. *Radiol Clin North Am* 2009 Jul;47(4):567-79.
52. Buckland-Wright JC, Bird CF, Ritter-Hrncirik CA, Cline GA, Tonkin C, Hangartner TN, Ward RJ, Meyer JM, Meredith MP. X-ray technologists' reproducibility from automated measurement of the medial tibiofemoral joint space width in knee osteoarthritis for a multicenter, multinational clinical trial. *J Rheumatol* 2003 Feb;30(2):329-338.

53. Vignon E, Piperno M, Hellio Le Graverand MP, Mazzuca SA, Brandt KD, Mathieu P, Favret H, Vignon M, Merle-Vincent F, Conrozier T. Measurement of radiographic joint space width in the tibiofemoral compartment of the osteoarthritic knee: comparison of standing anteroposterior and Lyon schuss views. *Arthritis Rheum* 2003 Feb;48(2):378-84.
54. Hellio Le Graverand MP, Buck RJ, Wyman BT, Vignon E, Mazzuca SA, Brandt KD, et al. Change in regional cartilage morphology and joint space width in osteoarthritis participants versus healthy controls - a multicenter study using 3.0 Tesla MRI and Lyon Schuss radiography. *Ann Rheum Dis* 2010 Jan; 69(1):155–162.
55. Neumann G, Hunter D, Nevitt M, Chibnik LB, Kwoh K, Chen H, Harris T, et al. Location specific radiographic joint space width for osteoarthritis progression. *Osteoarthritis Cartilage* 2009 Jun;17(6):761-5.
56. Fife RS, Brandt KD, Braunstein EM, Katz BP, Shelbourne KD, Kalasinski LA. Relationship between arthroscopic evidence of cartilage damage and radiographic evidence of joint space narrowing in early osteoarthritis of the knee. *Arthritis Rheum* 1991 Apr;34(4):377-82.
57. Lysholm J, Hamberg P, Gillquist J. The correlation between osteoarthritis as seen on radiographs and on arthroscopy. *Arthroscopy* 1987;3(3):161-5.
58. Duryea J, Neumann G, Niu J, Totterman S, Tamez J, et al. Comparison of radiographic joint space width to magnetic resonance imaging cartilage morphometry: analysis of longitudinal data from the Osteoarthritis Initiative. *Arthritis Care Res* 2010 Jul;62(7):932-7.

59. Weidow J, Cederlund CG, Ranstam J, Kärrholm J. Ahlbäck grading of osteoarthritis of the knee: poor reproducibility and validity based on visual inspection of the joint. *Acta Orthop* 2006 Apr;77(2):262-6.
60. Galea A, Giuffre B, Dimmick S, Coolican M, Parker D. The accuracy of magnetic resonance imaging scanning and its influence on management decisions in knee surgery. *Arthroscopy* 2009 May; 25(5):473-80.
61. von Engelhardt LV, Lahner M, Klusmann A, Bouillon B, et al. Arthroscopy vs. MRI for a detailed assessment of cartilage disease in osteoarthritis : diagnostic value of MRI in clinical practice. *BMC Musculoskelet Disord* 2010 Apr 20;11:75-82.
62. Potter HG, Linklater JM, Allen AA, Hannafin JA, Haas SB. Magnetic resonance imaging of articular cartilage in the knee. An evaluation with use of fast-spin-echo imaging. *J Bone Joint Surg Am* 1998 Sep;80(9):1276-84.
63. Suh JS, Lee SH, Jeong EK, Kim DJ. Magnetic resonance imaging of articular cartilage. *Eur Radiol* 2001;11(10):2015-25.
64. Uhl M, Allmann KH, Ihling C, Hauer MP, Conca W, Langer M. Cartilage destruction in small joints by rheumatoid arthritis: assessment of fat-suppressed three-dimensional gradient-echo MR pulse sequences in vitro. *Skeletal Radiol* 1998 Dec;27(12):677-82.
65. Vallotton JA, Meuli RA, Leyvraz PF, Landry M. Comparison between magnetic resonance imaging and arthroscopy in the diagnosis of patellar cartilage lesions: a prospective study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1995;3(3):157-62.

66. Spiers AS, Meagher T, Ostlere SJ, Wilson DJ, Dodd CA. Can MRI of the knee affect arthroscopic practice? A prospective study of 58 patients. *J Bone Joint Surg* 1993 Jan;75(1):49-52.
67. Rangger C, Klestil T, Kathrein A, Inderster A, Hamid L. Influence of magnetic resonance imaging on indications for arthroscopy of the knee. *Clin Orthop Rel Res* 1996 Sep;330:133-142.
68. Agnesi F, Amrami KK, Frigo CA, Kaufman KR. Comparison of cartilage thickness with radiologic grade of knee osteoarthritis. *Skeletal Radiol* 2008 Jul;37(7):639-43.
69. Outerbridge RE. The etiology of chondromalacia patellae. *J Bone Joint Surg Br* 1961 Nov; 43-B:752-7.
70. Raynald JP, Martel-Pelletier J, Berthiaume MJ, Labonté F, Beaudoin G, de Guise JA, et al. Quantitative magnetic resonance imaging evaluation of knee osteoarthritis progression over two years and correlation with clinical symptoms and radiologic changes. *Arthritis Rheum* 2004 Feb;50(2):476–87.
71. Burk DL, Kanal E, Brunberg JA, Johnstone GF, Swensen HE, Wolf GL. 1.5-T surface-coil MRI of the knee. *AJR Am J Roentgenol* 1986 Aug;147(2):293-300.
72. Buckland-Wright JC, Macfarlane DG, Lynch JA, Jasani MK, Bradshaw CR. Joint space width measures cartilage thickness in osteoarthritis of the knee: high resolution plain film and double contrast macroradiographic investigation. *Ann Rheum Dis* 1995;54:263-8.

73. Bruyère O, Genant H, Kothari M, Zaim S, White D, Peterfy C, Burlet N, Richy F, Ethgen D, Montague T, Dabrowski C, Reginster JY. Longitudinal study of magnetic resonance imaging and standard X-rays to assess disease progression in osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage* 2007 Jan;15(1):98-103.
74. Brandt KD, Fife RS, Braunstein EM, et al. Radiographic grading of the severity of knee osteoarthritis: relation of the Kellgren and Lawrence grade to a grade based on joint space narrowing, and correlation with arthroscopic evidence of articular cartilage degeneration. *Arthritis Rheum* 1991 Nov;34(11):1381-6.
75. Raynauld JP, Martel-Pelletier J, Haraoui B, Choquette D, Dorais M, Wildi LM, Abram F, Pelletier JP. Risk factors predictive of joint replacement in a 2-year multicentre clinical trial in knee osteoarthritis using MRI: results from over 6 years of observation. *Ann Rheum Dis* 2011 Aug;70(8):1382-8.
76. Pelletier JP, Cooper C, Peterfy C et al. What is the predictive value of MRI for the occurrence of knee replacement surgery in knee osteoarthritis? *Ann Rheum Dis* 2013 Oct;72(10):1594-604.
77. Bridgman S, Richards PJ, Walley G, MacKenzie G, Clement D, McCall I, Griffiths D, Maffulli N. The effect of magnetic resonance imaging scans on knee arthroscopy: randomized controlled trial. *Arthroscopy* 2007 Nov;23(11):1167-73.
78. Menashe L, Hirko K, Losina E, Kloppenburg M, Zhang W, Li L, Hunter DJ. The diagnostic performance of MRI in osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Osteoarthritis Cartilage* 2012 Jan;20(1):13-21.

- 79.von Engelhardt LV, Schmitz A, Burian B, Pennekamp PH, Schild HH, Kraft CN, von Falkenhausen M. 3-Tesla MRI vs. arthroscopy for diagnostics of degenerative knee cartilage diseases: preliminary clinical results. *Orthopade* 2008 Sep;37(9):916-22.
- 80.Kawahara Y, Uetani M, Nakahara N, Doiguchi Y, Nishiguchi M, Futagawa S, et al. Fast spin-echo MR of the articular cartilage in the osteoarthrotic knee. Correlation of MR and arthroscopic findings. *Acta Radiol* 1998 Mar;39(2):120-5.
- 81.Heron CW, Calvert PT. Three-dimensional gradient-echo MR imaging of the knee: comparison with arthroscopy in 100 patients. *Radiology* 1992 Jun;183(3):839-844.
- 82.Eckstein F, Kwoh CK, Boudreau RM, Wang Z, Hannon MJ, Cotofana S, Hudelmaier MI, Wirth W, Guermazi A, Nevitt MC, John MR, Hunter DJ; OAI investigators. Quantitative MRI measures of cartilage predict knee replacement: a case-control study from the Osteoarthritis Initiative. *Ann Rheum Dis* 2013 May;72(5):707-14.
- 83.Pessis E, Drapé JL, Ravaud P, Chevrot A, Dougados M, Ayrat X. Assessment of progression in knee osteoarthritis: results of a 1 year study comparing arthroscopy and MRI. *OsteoArthritis Cartilage* 2003 May;11(5):361–9.
- 84.Reichenbach S, Guermazi A, Niu J, Neogi T, Hunter DJ, et al. Prevalence of bone attrition on knee radiographs and MRI in a community-based cohort. *Osteoarthritis Cartilage* 2008 Sep;16(9):1005–10.

- 85.Valles-Figueroa JF, Malacara-Becerra M, Villegas-Paredes P, Caletí-Del Mazo E. Comparison of MRI and arthroscopic images for the diagnosis of knee disorders. *Acta Ortop Mex* 2010 Jan-Feb;24(1):8-13.
- 86.Behairy NH, Dorgham MA, Khaled SA. Accuracy of routine magnetic resonance imaging in meniscal and ligamentous injuries of the knee: comparison with arthroscopy. *International Orthopaedics (SICOT)* (2009) 33:961–7.
- 87.De Smet AA, Graf BK. Meniscal tears missed on MR imaging: relationship to meniscal tear patterns and anterior cruciate ligament tears. *AJR Am J Roentgenol* 1994 Apr;162(4):905–11.
- 88.De Smet AA, Tuite MJ, Norris MA, Swan JS. MR Diagnosis of Meniscal Tears: analysis of causes of errors. *AJR* 1994 Dec;163:1419-23.
- 89.Mesgarzadeh M, Moyer R, Leder DS, Revesz G, Russoniello A, Bonakdarpour A, Tebranzadeh J, Guttman D. MR imaging of the knee: expanded classification and pitfalls to interpretation of meniscal tears. *Radiographics* 1993 May;13(3):489-500.
- 90.Madan-Sharma R, Kloppenburg M, Kornaat PR, et al. Do MRI features at baseline predict radiographic joint space narrowing in the medial compartment of the osteoarthritic knee 2 years later? *Skeletal Radiol* 2008 Sep;37(9):805-11.
- 91.Oei EH, Nikken JJ, Verstijnen AC et al. MR imaging of the menisci and cruciate ligaments: a systematic review. *Radiology* 2003 Mar;226(3):837–48.

X. ANEXOS



X. ANEXOS

ANEXO I

<u>PROTOCOLO LESIONES DEGENERATIVAS CARTÍLAGO RODILLA</u>		Nº
<u>DATOS DEL PACIENTE</u>		
<u>EDAD:</u>	<u>RODILLA:</u>	DERECHA IZQUIERDA
<u>OCUPACIÓN:</u>	Activo	
<u>AP DE INTERÉS:</u>		
<u>HISTORIA FAMILIAR RELEVANTE:</u>		
<u>MECANISMO:</u>		
<u>EF:</u>	Derrame:	Estabilidad: ROM:
Dolor en algún compartimento:		Maniobras meniscales:
<u>DOLOR:</u>	Inicio brusco	Empeora con
Tiempo de evolución		Mejora con
<u>SOSPECHA CLÍNICA:</u>		
<u>OTROS PARÁMETROS</u> (Analítica...):		
<u>RADIOGRAFÍA</u> (Fecha):		
Osteofitos extraarticulares		
Disminución espacio articular		
Esclerosis subcondral		
Quistes subcondrales		
<u>RMN</u> (Fecha:):		
Compartimento		
Grado de afectación		
Otras lesiones		
<u>ARTROSCOPIA</u> (Fecha):		
Compartimento		
Grado de afectación		
Otras lesiones		
Tratamiento definitivo		

XI. ABREVIATURAS



XI. ABREVIATURAS

cc: centímetros cúbicos

CD: compact disk

CE: compartimento externo

CI: compartimento interno

DICOM: *Digital Imaging and Communication in Medicine* (Imagen Digital y Comunicaciones en Medicina)

EPISER: Estudio de prevalencia de enfermedades reumáticas de la población española

etc: etcétera

FP: femoropatelar

FSE: *Fast Spin-Echo* (Secuencias rápidas de Eco de Spin)

GS: gold standard

ICRS: *International Cartilage Repair Society* (Sociedad Internacional de Reparación de Cartílago)

κ: índice *kappa*

LCA: Ligamento cruzado anterior

mm: milímetros

MTT: Metatarsofalángica

OAI: Osteoarthritis Initiative

OMS: Organización Mundial de la Salud

PACS: *Picture Archiving and Communication System* (Sistema de Archivado y Transmisión de Imágenes)

RM/RMI: Resonancia Magnética

S.P.S.S.: *Statistical Package for Social Science* (Paquete Estadístico para Ciencias Sociales)

vs: versus

WORMS: *Whole-Organ Magnetic Resonance Imaging Scoring system* (Sistema de puntuación de Imagen de Resonancia Magnética de Órgano-Entero)

€: euro

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecer al Dr. José Cordero Ampuero, tutor y director de esta tesis, su colaboración y tesón para hacer que este estudio viera la luz. Muchas gracias.

Especial agradecimiento a la Dra. Rosario Madero Jarabo, quien de la forma más amable y eficaz, ha sabido sacar la esencia estadística de este proyecto.

Agradecimiento a todos los profesionales que, en algún momento de este estudio, me han ayudado, y han contribuido a mi desarrollo profesional, investigador y personal. Entre ellos, Dr. Ángel Antonio Rey López, Dr. Isidro José Rivera Vaquero, Dra. Cristina Martínez Velázquez, Dra. Natalia Ruiz Micó, Dra. Ma Ángeles Gómez Bermejo, Dr. Félix Tomé Bermejo, Dr. Manuel Leyes Vence, Dr. Antonio Cruz Cámara, Dr. César Núñez-Samper Pizarroso y Dr. César Suárez de Puga Díez.

A todos los integrantes del Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología del Complejo Hospitalario de Toledo, tanto adjuntos como residentes, personal administrativo y enfermería, personal de quirófano, con los que he compartido los inicios de mi formación y a los que guardo un especial cariño.

Igualmente, a los integrantes del Servicio de Radiodiagnóstico del Complejo Hospitalario de Toledo, técnicos y radiólogos, por su colaboración.

Al Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología del Hospital Santa Bárbara de Puertollano (Ciudad Real), administrativos, enfermería y resto de personal, mis actuales compañeros, que me han acogido y ayudado a seguir aprendiendo cada día.

A mis compañeros de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Madrid, que ayudaron a hacer menos duros los inicios en este campo.

A mi equipo de fútbol-sala, Suanzes y Suanzes 2.0, mis grandes amigas, por su apoyo, su lealtad, por tener siempre una sonrisa y apoyarme.

A mis amigas y amigos, por su comprensión y amistad.

A mi familia, por ser un pilar básico y fuerte siempre.

A Sergio, mi marido, la persona decisiva en la última fase de este proyecto. Gracias por tu gran colaboración y paciencia.

A mis padres, por su gran apoyo, por enseñarme a resistir, a continuar y por no fallarme nunca.

A los pacientes, son lo más importante. Gracias a ellos, y para ellos, avanzamos.

A los que he nombrado y a los que olvido sin querer.

A todos, gracias.